

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen
und Marburg GmbH, Standort Marburg



„Prospektive Anwendungsbeobachtung des Einsatzes der ProSeal®-Kehlkopfmaske im klinischen Alltag bei erwachsenen Patienten“

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der
gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Carolin Gabriele Hechtfischer

aus Marktreidwitz

Marburg, 2010

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
17. Februar 2010

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. Matthias Rothmund

Referent: PD Dr. Kai Goldmann

Korreferent: Prof. Dr. Ulrich Wagner

Meinen Eltern gewidmet

1. Einleitung und Fragestellung.....	6
1.1. Geschichte und Bedeutung des Atemwegsmanagements in der Anästhesie	6
1.1.1. Beatmung mit der Gesichtsmaske	7
1.1.2. Endotrachealtubus	9
1.2. Neue Methoden zur Atemwegssicherung	12
1.2.1. Beatmung mit der Larynxmaske.....	12
1.2.2. Classic®-Larynxmaske	13
1.2.3. Hintergrund der vorliegenden Arbeit	15
2. Material und Methoden	16
2.1. Ethikkommission und Studienaufbau.....	16
2.2. Beschreibung der ProSeal®-Larynxmaske	17
2.2.1. Aufbau der ProSeal®-Larynxmaske.....	17
2.2.2. Richtige Anwendung der ProSeal®-Larynxmaske	19
2.2.3. Platzierungstechnik	19
2.3. Erstellung des Fragebogens	24
2.4. Erhebung der Daten	33
2.5. Verarbeitung und Auswertung	34
3. Ergebnisse	35
3.1. Ergebnisse in Zahlen	35
3.2. Wechsel zum Endotrachealtubus	41
3.3. Komplikationen bei Anwendung der ProSeal®-Larynxmaske.....	44
3.4. Postoperative Komplikationen	46
4. Diskussion.....	48
4.1. Übereinstimmung der Ergebnisse mit vorher dokumentierten Daten.....	48
4.2. Stattgefundene kritische Ereignisse.....	49

4.2.1. Anzahl der kritischen Ereignisse in Abhängigkeit zur Anästhesietechnik	51
4.2.2. ProSeal®-Larynxmaske und Aspirationsrisiko	51
4.3. Postoperative Beschwerden	54
4.4. Analyse der postoperativen Komplikation einer tauben Zunge	55
5. Zusammenfassung.....	57
5.1. Zielsetzung der Studie	57
5.2. Tauglichkeit der Larynxmasken im Alltag.....	57
5.3. „Goldstandard Tubus in Gefahr?“	58
5.4. Limitationen und abschließende Zusammenfassung.....	59
6. Literaturverzeichnis	61
7. Abkürzungsverzeichnis	66
8. Abbildungs-, Tabellen- und Grafikenverzeichnis.....	67
8.1. Abbildungen.....	67
8.2. Tabellen	68
8.3. Grafiken	69
9. Anhang.....	70
9.1. Vollständiger Fragebogen.....	70
9.2. Tabelle 8: Art und Schweregrad aufgetretener kritischer Ereignisse	71
11. Verzeichnis der akademischen Lehrer	72
12. Danksagung.....	73

1. Einleitung und Fragestellung

1.1. Geschichte und Bedeutung des Atemwegsmanagements in der Anästhesie

Die Sicherung der Atemwege ist eine der Hauptaufgaben in der Anästhesie.

Da es unter dem Einfluss von Anästhetika zu einer Erschlaffung der Mundbodenmuskulatur kommt, sind Patienten, die sich einer Allgemein-anästhesie unterziehen müssen, grundsätzlich durch eine Atemwegsobstruktion gefährdet (Abb.1):

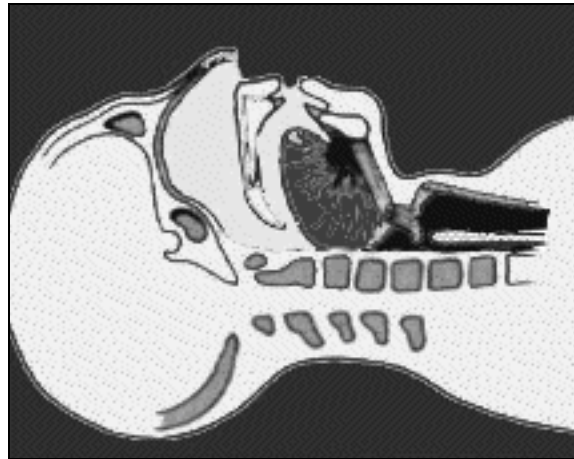


Abbildung 1: Obstruktion der Atemwege

Um eine effiziente Ventilation und Oxygenierung zu gewährleisten, muss der Anästhesist bei Patienten unter Allgemeinanästhesie die oberen Atemwege mit Hilfe geeigneter Instrumente sichern bzw. diese freihalten, damit ein ungehinderter Luftstrom bei In- und Expiration ermöglicht werden kann.

Diese Freihaltung der Atemwege kann mittels Gesichtsmaske, pharyngealem Instrument oder dem Endotrachealtubus (ETT) [16, DGAI, 2007] erfolgen.

1.1.1. Beatmung mit der Gesichtsmaske

Die Beatmung mit der Gesichtsmaske stellt die älteste, aber oft auch schwierigste Methode zur Gewährleistung einer suffizienten Oxygenierung und Ventilation des Patienten dar. Die Gesichtsmaske wird dabei über Mund und Nase des Patienten platziert. Nötig ist hierzu der „C-Griff“ oder „Handgriff nach Esmarch“ (Abb.2), bei dem durch das Vorziehen des Unterkiefers und eine daraus resultierende Subluxation der Kiefergelenke, der Mundboden gespannt wird. Dadurch fällt die Zunge nicht Richtung Rachenhinterwand und der Luftweg ist frei für eine suffiziente Beatmung.

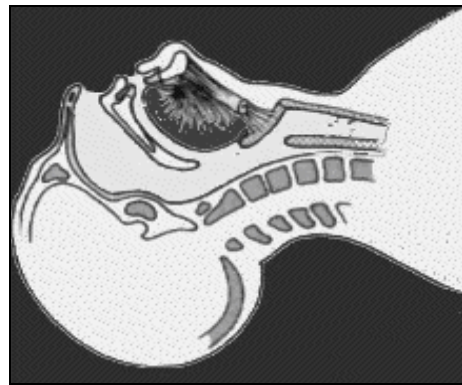
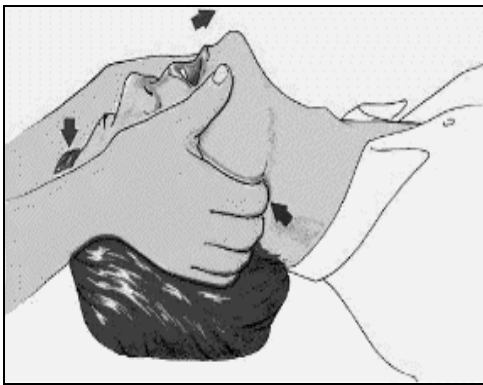


Abbildung 2: Handgriff nach Esmarch und daraus resultierende anatomische Situation

Bei der Gesichtsmaskenbeatmung kann die Freihaltung der Atemwege durch einen oropharyngealen Guedeltubus oder nasopharyngealen Wendeltubus erleichtert werden. Beide Tuben verdrängen den Zungengrund von der Rachenhinterwand und machen so Platz für den nötigen Luftstrom. Die Gesichtsmaske findet heute Anwendung bei nahezu jeder Narkose unter Allgemeinanästhesie. Dabei wird vor der Intubation mit einem ETT oder mit einer Larynxmaske stets mit der Gesichtsmaske beatmet, um eine Aufsättigung des Blutes mit Sauerstoff zu erreichen. Eine solche Vorgehensweise erlaubt die nachfolgende endotracheale Intubation ohne Zeitdruck durchzuführen, da die Apnoetoleranz dadurch beim gesunden, erwachsenen Patienten auf bis zu sechs Minuten verlängert werden kann.

Bei einer sogenannten Maskennarkose wird die Gesichtsmaske als alleiniges Beatmungsinstrument eingesetzt. Der Patient atmet dann entweder spontan oder kann auch assistiert bzw. kontrolliert beatmet werden. Diese Technik findet vor allem bei kurz andauernden (20-30 min) und weniger schmerzhaften Eingriffen Anwendung [33, Klöss, 2004]. Ziel hierbei ist das Erreichen einer kurzfristigen Sedierung und Schmerzfreiheit des Patienten. Bei solch kurzen Operationen verzichtet man gerne auf die Invasivität anderer Atemwegs-instrumente (insbesondere ETT) und nimmt die Limitationen der Gesichtsmaske in Kauf, da im Sinne der besten Patientenversorgung potentielle Komplikationen invasiver Verfahren vermieden werden müssen.

Häufiges Problem bei dieser Form der Beatmung ist eine unzureichende Maskenabdichtung. Gesichtsmasken sind standardisiert und stellen bei Patienten mit Bart oder abnormen Gesichtskonturen häufig ein Problem dar, da hier das Erreichen eines luftdichten Verschlusses oft nicht möglich ist [39, Maltby, 1994]. Dies kann zu einer insuffizienten Beatmung oder bei Verwendung von Narkosegasen zu einer Kontamination der Raumluft führen. Daher sollte bei der Beatmung stets auf einen möglichst luftdichten Abschluss geachtet werden (Abb.3):



Abbildung 3: Luftdichter Verschluss bei Beatmung mit der Gesichtsmaske

Des Weiteren besteht die Gefahr der Magenüberblähung und einer daraus resultierenden Regurgitation von Mageninhalt, was im schlimmsten Fall zu einer pulmonalen Aspiration führen kann. Um dies zu vermeiden, sollte der Beatmungs-Spitzendruck auf höchstens 20 cm H₂O begrenzt werden.

Unter Berücksichtigung dieses Problems ergeben sich einige relative und absolute Kontraindikationen für die Verwendung der Gesichtsmaske:

- nicht nüchterner oder adipöser Patient (BMI ≥ 30 kg/m²)
- Operationen in Bauch-, Seiten- oder extremer Kopftieflage
- Eingriffe an Kopf, Hals, Thorax oder Abdomen
- Eingriffe von mehr als 30 min Dauer (= relative Kontraindikation)
- notwendige Muskelrelaxierung (= relative Kontraindikation)

1.1.2. Endotrachealtubus

Die Beatmung mit dem ETT gilt seit Jahrzehnten als ein „Goldstandard“ in der Anästhesie [32, Klein & Pühringer, 2004]. Der ETT besteht aus einem dünnen, distal und proximal geöffneten Schlauch. Derzeit kommen meist Einmaltuben aus Kunststoff (PVC) zur Anwendung.

Kurz oberhalb der distalen, angeschrägten Öffnung befindet sich in der Regel der Cuff (aufblasbare Manschette), der über einen an der Seite verlaufenden Schlauch aufgeblasen werden kann, so dass es zur Abdichtung des *intratracheal* liegenden ETT gegen die Umgebung (Abb.4) und daher zum Schutz vor Aspiration kommt. Der meist aus Silikon bestehende Cuff wird mit geringem Druck aufgeblasen (Niederdruckcuff), um die Gefahr von Schleimhautdruckschäden in der Trachea so gering wie möglich zu halten. Unabhängig davon sollte intraoperativ der Cuffdruck regelmäßig kontrolliert werden (max. 30 mmHg) um möglichen Schleimhautschäden vorzubeugen.

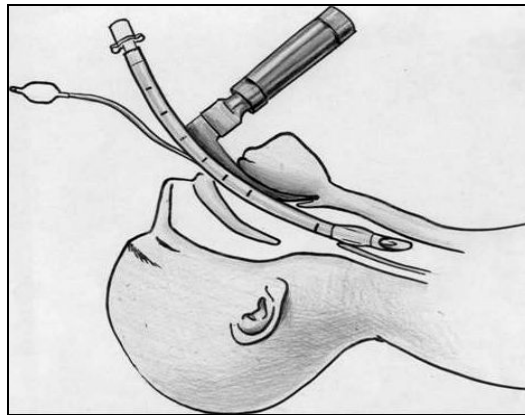


Abbildung 4: Laryngoskop und intratracheale Lage des Endotrachealtubus

Am proximalen Ende ist der ETT mit einem normierten Adapter ausgestattet, der die Verbindung mit einem Beatmungsbeutel oder einem Beatmungsgerät ermöglicht.

Eine grundlegende Problematik der endotrachealen Intubation ist die Wahl der richtigen Tubusgröße. Bei einem zu großen ETT erhöht sich die Gefahr von intratrachealen Schäden und bei einem zu kleinen ETT erhöht sich der Atemwegswiderstand. Der ETT kann grundsätzlich bei jedem Eingriff verwendet werden. Besondere Bedeutung hat die endotracheale Intubation jedoch bei Patienten mit einem erhöhten Aspirationsrisiko und bei einer kontrollierten Beatmung mit hohen Spitzendrücken. Der ETT wird daher regelmäßig bei intrathorakalen und intraabdominellen Operationen eingesetzt.

Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der Beatmung nur einer Lungenhälfte. Die gezielte Ventilation nur einer Lungenhälfte in der Lungen- und Ösophaguschirurgie stellt dabei ein Verfahren dar, das eine endotracheale Intubation zwingend erfordert. Dabei kommen sogenannte Doppellumentuben (spezielle ETT mit Vorrichtungen zum Verschluss eines Hauptbronchus) zur Anwendung.

Doch auch wenn die endotracheale Intubation einen sehr hohen Stellenwert im Atemwegsmanagement einnimmt, darf nicht vergessen werden, dass auch dieses bewährte Verfahren mit potentiellen Nachteilen behaftet sein kann. Bereits bei der Platzierung des ETT ergeben sich im Vergleich zu weniger invasiven Maßnahmen der Atemwegssicherung erhebliche Unterschiede. Der

ETT wird in aller Regel mittels direkter Laryngoskopie intratracheal platziert. Durch die Invasivität starrer Laryngoskopie-Spatel (Abb.5) kann es vor allem bei unerfahrenen Anwendern zu Zahnschäden, Zahnverlust, Schleimhautschäden und Verletzungen an Lippen und Zunge kommen [20, *Folwaczny & Hickel, 1998*].



Abbildung 5: Laryngoskop (Macintosh-Spatel)

Beim Vorschieben des ETT in Richtung Trachea können Schleimhautabschürfungen, Blutungen und daraus resultierende Schwellungen im Bereich des Pharynx und Larynx auftreten. Bei der anschließenden Passage des Larynx kann es insbesondere zu Verletzungen der Stimmbänder kommen.

Durch zu weites Vorschieben des ETT besteht die Gefahr einer Positionierung in einem der beiden Hauptbronchien. Aufgrund der anatomischen Verhältnisse erfolgt diese Fehlplatzierung meist innerhalb des rechten Bronchus, woraus eine nur einseitige Belüftung der Lunge resultiert. Eine komplette Atelektase der linken Lunge ist die unabdingbare Konsequenz. Dies führt zu einem Ungleichgewicht zwischen Ventilation und Perfusion. Daher muss eine solche Fehlplatzierung am Ende der Intubation unbedingt mittels Auskultation ausgeschlossen werden, um eine suffiziente Belüftung beider Lungenflügel zu gewährleisten.

Ein weiterer Nachteil, der sich durch die Invasivität des Verfahrens ergibt, ist die Notwendigkeit der Muskelrelaxierung. Dies führt zu einem höheren

Narkosekosten, kann aber auch mit Nebenwirkungen für den Patienten einhergehen. Viele Muskelrelaxantien setzen Histamin frei, was je nach Ausmaß zu Anaphylaxie-ähnlichen Reaktionen führen kann.

Die wohl schwerwiegendste Komplikation der endotrachealen Intubation stellt die ösophageale Intubation dar, die zur Hypoxie des Patienten führt. Bleibt diese Fehlintonation unbemerkt, kann sie im schlimmsten Fall zum Tod des Patienten führen. Daher muss einerseits nach jeder Intubation die sorgfältige Auskultation von Magen und beiden Lungenflügeln erfolgen, sowie eine Bestimmung des endexpiratorischen CO₂-Anteils in der Ausatemluft des Patienten. Durch eine gewissenhafte kapnometrische Überwachung ist eine Fehlintonation sehr schnell anhand der fehlenden CO₂-Ausscheidung zu erkennen.

Um derartig schwerwiegende Komplikationen zu vermeiden, sollte der behandelnde Anästhesist bei der endotrachealen Intubation stets einen freien Blick auf den Eingang der Trachea haben. Ist dies aufgrund von anatomischen Besonderheiten oder erschwerten äußeren Umständen nicht möglich, kann ein alternatives Verfahren zur Sicherung der Atemwege notwendig, und manchmal auch lebensrettend, sein. Hier findet die nicht-endotracheale = supraglottische Atemwegssicherung, z.B. in Form einer Larynxmaske, Anwendung.

1.2. Neue Methoden zur Atemwegssicherung

1.2.1. Beatmung mit der Larynxmaske

1983 gelang dem britischen Anästhesisten Dr. Archibald Brain mit der Entwicklung der Larynxmaske ein Durchbruch im Atemwegsmanagement. Seine Überlegungen waren, ein neues Instrument zum Offenhalten der menschlichen Atemwege zu entwickeln, das im Gegensatz zum ETT nicht *intratracheal* liegt, sondern supraglottisch eine End-zu-End-Anastomose mit den anatomischen Strukturen des Kehlkopfes bildet [3, Brain, 1983]. Die Dichte der Luftbrücke sollte durch einen aufblasbaren elliptischen Cuff gewährleistet werden, der im Hypopharynx entfaltet wird. Durch diese supraglottische Lage kommt es praktisch zu keiner Reizung des Larynx oder der Trachea. Im Vergleich zur Gesichtsmaske kann bei Verwendung der Larynxmaske jedoch

zuverlässiger eine suffizientere Beatmung gewährleistet werden. Dies ist einer der wichtigsten Gründe, warum der Erfinder anfangs primär darauf abzielte, die Larynxmaske dort einzusetzen, wo traditionell die Gesichtsmaske verwendet wurde. Doch schon bald fand die Larynxmaske Einsatz bei Eingriffen, bei denen vorher ausschließlich der Endotrachealtubus verwendet wurde [52, Verghese & Brimacombe, 1996].

1.2.2. Classic®-Larynxmaske

Als erstes Produkt kam in England 1988 die Classic®-Larynxmaske (CLMA) auf den Markt (Abb.6). In Deutschland wurde sie erst 1990 in die Klinik eingeführt [32, Klein & Pühringer, 2004].



Abbildung 6: Classic®-Larynxmaske (CLMA)

Bis zum endgültigen Design der CLMA wurden mehr als 200 Prototypen entworfen, verschiedene Materialien verwendet und ca. 7000 Patientenstudien durchgeführt [14, Cook, 2006]. Seitdem blieb das Design der CLMA unverändert.

Die CLMA besteht aus einem Beatmungstubus und einem aufblasbaren Cuff (analog zum ETT). Allerdings passt sich der Cuff nicht subglottisch den trachealen Strukturen an, sondern supraglottisch den Strukturen des Hypopharynx. Die Aufgabe des Cuffs besteht also in einer Abdichtung des Raumes um und hinter dem Kehlkopf. Dabei kommt es durch die

supraglottische Lage zu keiner trachealen bzw. laryngealen Reizung. Diese Innovation in der Geschichte des Atemwegsmanagements wurde in den darauf folgenden Jahren zum Thema zahlreicher anatomischer und klinischer Studien. In den Studien der vergangenen Jahrzehnte haben sich einige Vorteile der Larynxmaske im Gegensatz zum Endotrachealtubus herauskristallisiert:

- Einfache Handhabung
- Geringere Atemwegsirritationen
- Geringerer Zeitbedarf bei Anästhesie
- Möglichkeit der Platzierung ohne Laryngoskop (vor allem in Notfallsituationen und unter Zeitdruck ein deutlicher Vorteil)
- Schutz des Kehlkopfes vor Sekret, Blut und Fremdkörpern
- Möglichkeit des Verzichts auf Muskelrelaxantien → Kostenersparnis
- Ruhigeres Aufwachverhalten
- Extubation auch beim wachen Patienten möglich

Verschiedene Studien konnten in den letzten Jahrzehnten zeigen, dass die Larynxmaske immer häufiger verwendet wird. Zurückhaltend wird sie bei Eingriffen in Bereichen der Abteilungen Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kieferchirurgie und Ophthalmologie eingesetzt [24, *Goldmann & Braun, 2005*] oder bei Eingriffen in Bauchlage. Der Grund für die teilweise zurückhaltende Anwendung der CLMA sind zwei Nachteile, die der Maske immer wieder vorgeworfen wurden und auch heute noch werden. Dies ist zum einen der unzureichende Schutz vor Aspiration und zum anderen der maximale Atemwegsleckagedruck von ca. 20 cm H₂O: zwei Aspekte, die den Einsatz der CLMA limitieren. So kann der Gebrauch der CLMA unter positiven Beatmungsdrücken mit einer Mageninsufflation und daraus resultierenden Regurgitation einhergehen [23, *Goldmann et al., 2005*]. Daher wird die Kombination einer kontrollierten Beatmung mit der CLMA nach wie vor kontrovers diskutiert [50, *Sidas & Hunter, 2001*].

1.2.3. Hintergrund der vorliegenden Arbeit

Dies veranlasste den Erfinder Dr. Archibald Brain, eine neue Maske zu entwickeln, bei der diese beiden Limitationen überwunden werden, indem die Dichtigkeit der Maske erhöht und somit die Gefahr der Aspiration minimiert wurde. Daher handelt es sich bei der ProSeal[®]-Larynxmaske (PLMA) um eine Weiterentwicklung der CLMA. Diese neue Form des supraglottischen Atemwegsinstrumentes sollte eine mit dem ETT vergleichbare Einsetzbarkeit erreichen und den Anteil der supraglottischen Form der Freihaltung der Atemwege weiter erhöhen. Seit ihrer Einführung in den klinischen Alltag im Jahre 2000 [4, Brain et al., 2000] war die PLMA in der Folge Inhalt zahlreicher Studien. Allerdings beschäftigten sich diese Studien meist mit speziellen Fragestellungen und beobachteten den Einsatz der Maske in den Händen von ausgewiesenen Experten. Was aber bisher unzureichend erforscht wurde, ist die Frage nach der Tauglichkeit dieses neuen Instrumentes in den Händen einer repräsentativen Gruppe von Anästhesisten. Vor dem Hintergrund dieses Aspektes wurde die vorliegende prospektive Anwendungsbeobachtungsstudie durchgeführt.

2. Material und Methoden

2.1. Ethikkommission und Studienaufbau

Die prospektive Anwendungsbeobachtungsstudie wurde am Universitätsklinikum Marburg in einem Zeitraum von 18 Monaten, von 1. Juli 2005 – 31. Dezember 2006, durchgeführt. Mit der Datensammlung wurde bereits im Juni 2005 begonnen, wobei es sich hier noch um die Pilotphase der Studie handelte, die vor allem der Optimierung des Fragebogens diente. Ab dem ersten Juli wurde die endgültige Version des Fragebogens verwendet.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt auf der Anwendungsbeobachtung der PLMA und alle hier beschriebenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf diese neuere Form der Larynxmaske. Im Rahmen der Studie wurden die Daten von Patienten/innen, die sich einem Eingriff unter Allgemeinanästhesie unter Verwendung einer Kehlkopfmaske zur Sicherung der Atemwege unterzogen, erfasst. In der hier vorliegenden Dissertationsschrift wurden ausschließlich Daten erwachsener Patienten/innen, ab dem 18. Lebensjahr, berücksichtigt. Alle Studienteilnehmer/innen wurden präoperativ routinemäßig über das Anästhesieverfahren aufgeklärt. Eine Informations- bzw. Aufklärungspflicht über die Teilnahme an der Studie bestand laut Ethikkommissionsvotum nicht, da es sich um eine prospektive Anwendungsbeobachtung im Klinikalltag handelte und sich somit für die Probanden/innen keinerlei Veränderungen im Behandlungsvorgang ergaben. Das präoperativ bereits festgelegte Anästhesieverfahren (Verwendung ETT oder supraglottische Atemwegssicherung), die Art der Anwendung und die Anästhesietechnik wurden durch die Studie nicht beeinflusst; dadurch ergaben sich für die Patienten/innen keine projektbedingten Behandlungsänderungen, Risiken oder Komplikationen. Die Richtlinien „Good Clinical Practise“ wurden zu jeder Zeit eingehalten.

2.2. Beschreibung der ProSeal®-Larynxmaske

2.2.1. Aufbau der ProSeal®-Larynxmaske

Die beiden prinzipiellen Neuerungen im Gegensatz zur CLMA zeigen sich bereits im Aufbau der PLMA: ein Drainagetubus, der längs durch den Maskenboden bis in die Maskenspitze verläuft und ein neu geformter Cuff [4, *Brain et al., 2000*]. Gleich geblieben sind der Inflationsschlauch mit Kontrollballon und der flexible, drahtverstärkte Spiraltubus, der mit einem Standardkonnektor endet. Über den neuen, zusätzlichen Drainagetubus ist sowohl die Platzierung einer Magensonde und darüber die Entleerung des Magens möglich [48, *Schälte et al., 2007*] als auch eine passive Drainage von Magenregurgitat. Durch die doppelläufige Tubuskonstruktion wird eine funktionelle Trennung zwischen Atemweg und Gastrointestinaltrakt erreicht. Beide Tuben werden auf Zahnhöhe in einem Silikonbeißblock zusammengeführt (Abb.7):

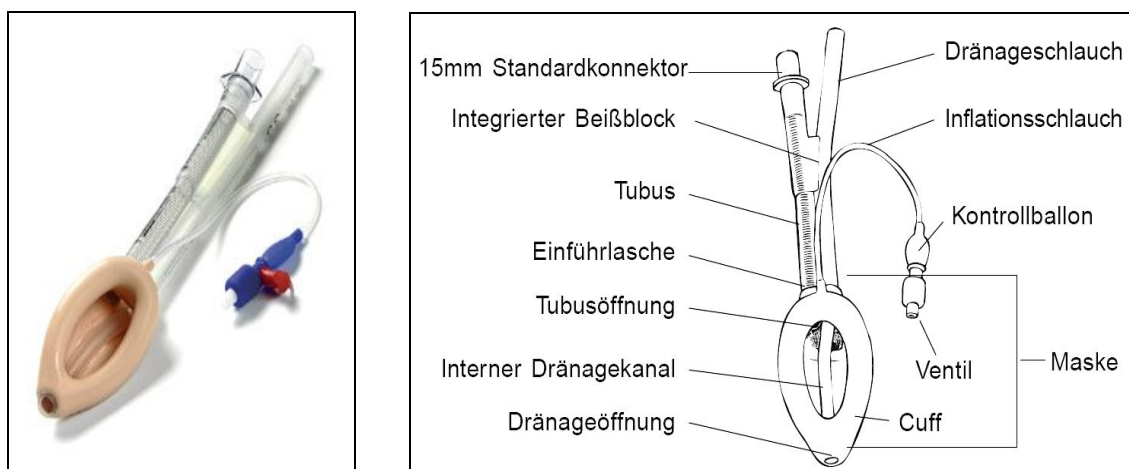


Abbildung 7: ProSeal®-Larynxmaske (Original und schematische Darstellung)

Die PLMA besteht aus latexfreiem Material und sollte laut Hersteller nicht öfter als 40 Mal wieder verwendet werden, da eine Verwendung darüber hinaus durch eine Abnutzung der Bestandteile zu Funktionsstörungen führen kann [36, *LMA ProSeal™Anleitungshandbuch, 2001*].

Der Cuff der Maske besteht aus einem ventralen Hauptcuff und einem zusätzlichen Cuffanteil an der Rückseite. Dadurch verfügt dieses neue

Instrument im Vergleich zur CLMA über eine 6-15 cm H₂O höhere Dichtigkeit bei geringerem Mukosadruck [9, *Brimacombe et al.*, 2002; 12, *Cook et al.*, 2003; 28, *Keller & Brimacombe*, 2000; 32, *Klein & Pühringer*, 2004]. Die Beatmung mit höheren Atemwegsdrücken ermöglicht die Applikation von höheren Tidalvolumina. Bei obstruktiven und restriktiven Ventilationsstörungen sind hingegen höhere Beatmungsdrücke notwendig um vergleichbare Tidalvolumina wie bei einem gesunden Patienten zur Gewährleistung einer Normoventilation zu applizieren [48, *Schälte et al.*, 2007]. Ähnliches trifft auch auf laparoskopische Eingriffe zu, bei denen sich infolge des Kapnoperitoneums erhöhte Beatmungsdrücke ergeben [38, *Lu et al.*, 2002; 40, *Maltby et al.*, 2002; 41, *Maltby et al.*, 2003; 44, *Piper et al.*, 2004]. Auf Grund der besseren Dichtigkeit trifft man bei diesen Patientenkollektiven beim Einsatz der PLMA nicht so häufig wie bei der CLMA auf die Grenzen der (Normo-) Ventilierbarkeit, wodurch nun auch solche Patienten für den Einsatz des supraglottischen Atemwegsmanagements in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle in Frage kommen.

Die Anwendung einer kontrollierten Beatmung beim Gebrauch der CLMA war nicht selten mit einer Leckage von Luft in den Magen assoziiert [22, *Goldmann & Jakob*, 2005] und folglich mit dem Risiko einer Magenüberblähung und anschließenden Regurgitation. Das Design der PLMA trägt mit der Möglichkeit der Drainage von Magensaft und der verbesserten Dichtigkeit (durch Erhöhung des P_{\max}) [21, *Füllekrug et al.*, 2001] dazu bei, dass dieses Problem im klinischen Alltag nahezu verschwunden ist.

In einzelnen Fallberichten ist wiederholt beschrieben worden, dass - bei korrekt sitzender Maske - selbst bei aktivem Erbrechen oder klinisch relevanten Regurgitationen eine pulmonale Aspiration durch die Drainagefunktion des Drainagetubus verhindert werden kann [22, *Goldmann & Jakob*, 2005; 42, *Mark*, 2003].

Zusätzlich zu diesen Vorteilen bei der klinischen Anwendung ist erwähnenswert, dass der Drainagetubus nicht nur eine protektive Funktion hat, sondern auch zu Diagnosezwecken genutzt werden kann.

2.2.2. Richtige Anwendung der ProSeal®-Larynxmaske

Wichtig bei der Benutzung dieses supraglottischen Atemwegsinstrumentes ist die Wahl der richtigen Maskengröße. Der Hersteller gibt eine Empfehlung für die Wahl der Größe anhand des Körpergewichts an (Tab.1):

Maskengröße	Patientengröße	Maximales Füllvolumen des Cuffs
1 ½	Kleinkinder 5-10 kg	Bis zu 7 ml
2	Kleinkinder 10-20 kg	Bis zu 10 ml
2 ½	Kinder 20-30 kg	Bis zu 14 ml
3	Kinder 30-50 kg	Bis zu 20 ml
4	Erwachsene 50-70 kg	Bis zu 30 ml
5	Erwachsene 70-100 kg	Bis zu 40 ml

Tabelle 1: Verfügbare Größen und maximale Füllvolumina [35, LMA Deutschland GmbH, 2008]

Bei erwachsenen Patienten kann auch primär das Geschlecht als Entscheidungskriterium zur Wahl der richtigen Maskengröße herangezogen werden [31, Kihara & Brimacombe, 2003]. Dabei wählt man für Frauen Größe 4 und für Männer Größe 5 aus. So konnte in verschiedenen Studien gezeigt werden, dass eine auf dem Geschlecht basierende Strategie der Maskenwahl vorteilhafter und vor allem die Maskengröße 3 für erwachsene Patienten/innen eher ungeeignet ist [7, Brimacombe & Keller, 1999]. Generell hat sich gezeigt, dass größere Masken zwar funktionell günstiger sind, häufig aber zu mehr postoperativen Beschwerden führen können [26, Hillebrand & Motsch, 2007].

2.2.3. Platzierungstechnik

Die PLMA kann sowohl mit als auch ohne Einführhilfe platziert werden. Im Gegensatz zum Endotrachealtubus ist allerdings die Visualisierung des

Kehlkopfes mit Hilfe eines Laryngoskops nicht notwendig. Am Ansatz von Beatmungs- und Drainagetubus befindet sich eine Lasche, in der entweder der Zeigefinger oder die vorgebogene Einführhilfe platziert wird (Abb.8):

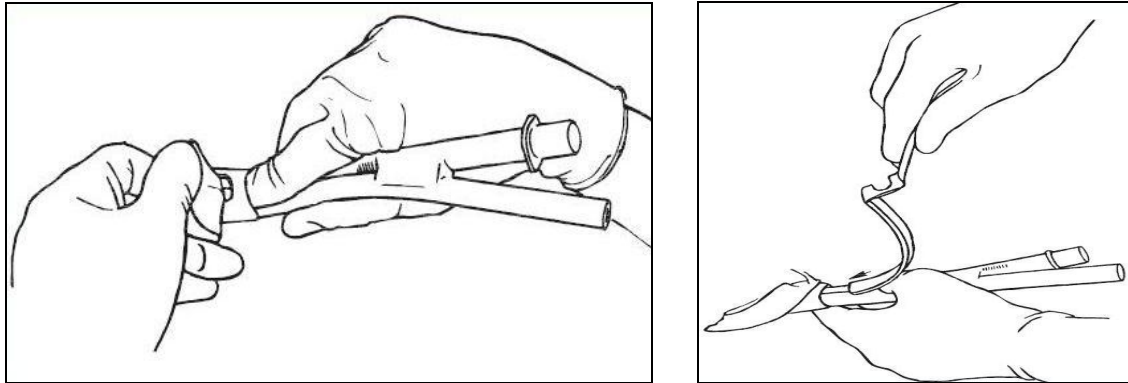


Abbildung 8: Verwendung der Einführlasche manuell und mit metallener Einführhilfe [36, LMA ProSeal™ Anleitungshandbuch, 2001]

Vor der Platzierung der Larynxmaske sollte ein korrektes Entlüften des Cuffs sichergestellt werden. Dies erleichtert das Einführen der Larynxmaske und verhindert ein Umschlagen der Epiglottis oder das Eindringen der Maskenspitze in die Glottis [36, LMA ProSeal™Anleitungshandbuch, 2001]. Um ein besseres Gleiten der Maske zu gewährleisten, wird der Cuff mit einem Gleitmittel (z.B. Endosgel® oder K-Y Jelly®) bestrichen. Wichtig ist dabei, dass kein Gel in die Maskenöffnung gelangt, da dies zu einem Verschluss oder zur Aspiration führen kann [33, Klöss, 2004]. Vor Platzierung der Larynxmaske sollte unbedingt für eine ausreichende Narkosetiefe gesorgt werden. Dies stellt das Erlöschen der Atemwegsreflexe (Husten, Pressen, Würgen, SpO₂-Abfälle, Stridor, Laryngospasmus) sicher. Vor allem der Verzicht auf Muskelrelaxantien macht eine adäquate Anästhesietiefe wegen der Gefahr eines Laryngospasmus unverzichtbar.

Zum Einführen der Maske wird der Kopf des Patienten wie zur endotrachealen Intubation leicht erhöht gelagert und vorsichtig rekliniert, der Hals wird hierbei gebeugt und der Kopf bleibt gestreckt („sniffing position“). Bei der Standardplatzierungstechnik nach „Brain“ (Abb.9) wird die Larynxmaske wie ein Stift umfasst und im Kontakt zum Gaumen an der Rachenhinterwand entlang mit

einer gleichmäßigen Bewegung bis in den Hypopharynx vorgeschoben [33, Klöss, 2004]. Dabei dienen entweder der Zeigefinger oder die Einführhilfe (Abb.10) als Führung.

Beim Vorschieben der Maske sollte nach Möglichkeit kein Krikoiddruck angewendet werden, da hierdurch die korrekte Positionierung erschwert werden kann [34, Larsen, Anästhesie, 2002].

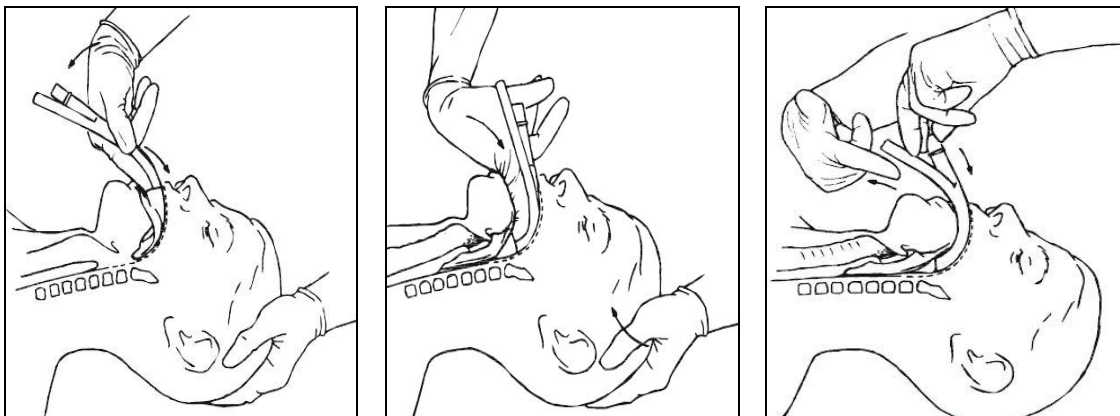


Abbildung 9: Standard-Platzierungstechnik nach „Brain“ [36, LMA ProSeal™
Anleitungshandbuch, 2001]

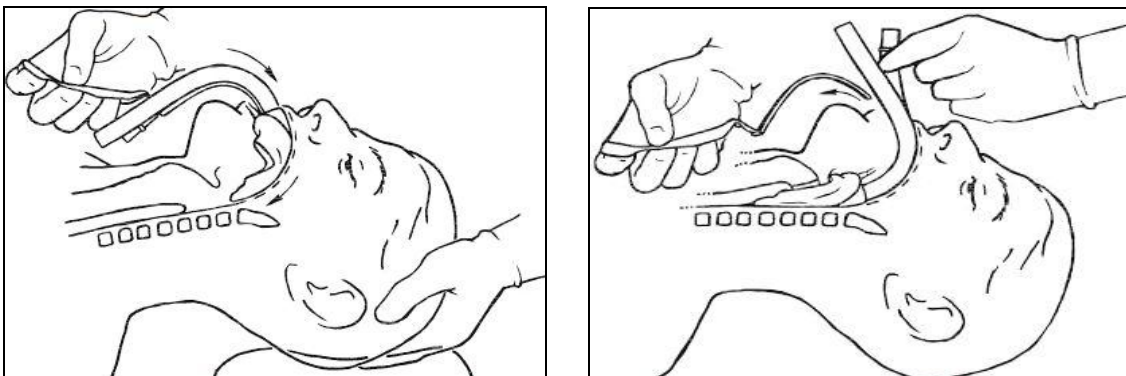


Abbildung 10: Platzierung der Larynxmaske mit der Einführhilfe [36, LMA
ProSeal™ Anleitungshandbuch, 2001]

Alternativ zu diesen beiden Platzierungstechniken kann die Larynxmaske auch mit Hilfe des Daumens positioniert werden. Diese Technik ist vor allem in der Notfallmedizin bei Patienten hilfreich, bei denen der Kopfzugang von hinten schwierig oder unmöglich ist [36, LMA ProSeal™Anleitungshandbuch, 2001].

Nach erfolgreicher Positionierung wird der Cuff anschließend mit den oben in der Tabelle angegebenen Füllvolumina geblockt, um eine Abdichtung zu erreichen. Dies sollte in etwa einem Cuffdruck von 60 cm H₂O entsprechen. Beim Blocken sollte sich das Tubusende leicht aufwärts bzw. nach vorne bewegen [34, Larsen, *Anästhesie*, 2002], daher wird die Maske hierbei auch nicht festgehalten (Abb.11), damit sie sich möglichst optimal zentrieren kann [33, Klöss, 2004].

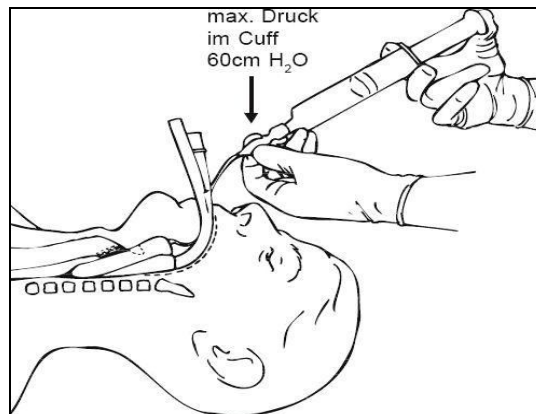


Abbildung 11: Blockung des Cuffs [36, *LMA ProSeal™ Anleitungshandbuch*, 2001]

Ist die PLMA korrekt positioniert und richtig geblockt worden, so liegt ihre Spitze direkt im Bereich des oberen Ösophagussphinkters, das distale Ende des Beatmungstubus gegenüber der Glottis und der obere Anteil der Maske schließt mit der Zungenwurzel ab. Die Maske stellt also, durch Anpassung an die anatomischen Strukturen, eine Abdichtung zur Umgebung dar. Auf diese Weise können Sekrete und Blut aus Bereichen oberhalb des Larynx nicht in den tracheobronchialen Bereich gelangen. Durch die Lage der Drainagetubusöffnung am oberen Ösophagussphinkter kann regurgitierter Magensaft außerdem passiv drainiert werden. Bei korrekter Platzierung der PLMA kommt es somit zu einem leakagefreien Verschluss über der Glottis, ohne dass tracheobronchiale Strukturen irritiert werden (Abb.12):

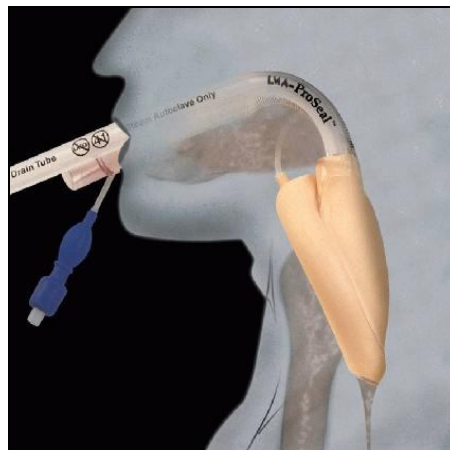


Abbildung 12: Korrekte Platzierung der PLMA in situ

Nach Verbindung mit dem Beatmungssystem muss anschließend die korrekte Lage bei vorsichtiger manueller Beatmung durch Auskultation der Lunge und des Kehlkopfes überprüft werden. Ist die Lage korrekt, wird der Tubus der Larynxmaske durch den integrierten Bite-Block, der dann zwischen den Schneidezähnen zum Liegen kommt, vor Schädigungen durch ein Zubeißen des Patienten geschützt. Die Maske wird anschließend mit einem Band oder einem Pflaster sicher fixiert [33, Klöss, 2004]. Liegt die Larynxmaske zu weit oben im Pharynx, entsteht ein Leck durch den Drainagetubus. Dies führt zu einem Entweichen von Luft aus dem proximalen Ende. Ist die Maske dagegen bis in den Larynx vorgeschoben wird die Beatmung behindert.

Da die PLMA ohne visuelle Kontrolle durch einfaches Vorschieben in den Pharynx platziert wird, kann es zu Fehlplatzierungen kommen. Dies geschieht beispielsweise durch Umschlagen der PLMA-Spitze (Abb.13). Gründe hierfür können die Verwendung von zu wenig Gleitgel oder eine Interaktion mit der Epiglottis sein.

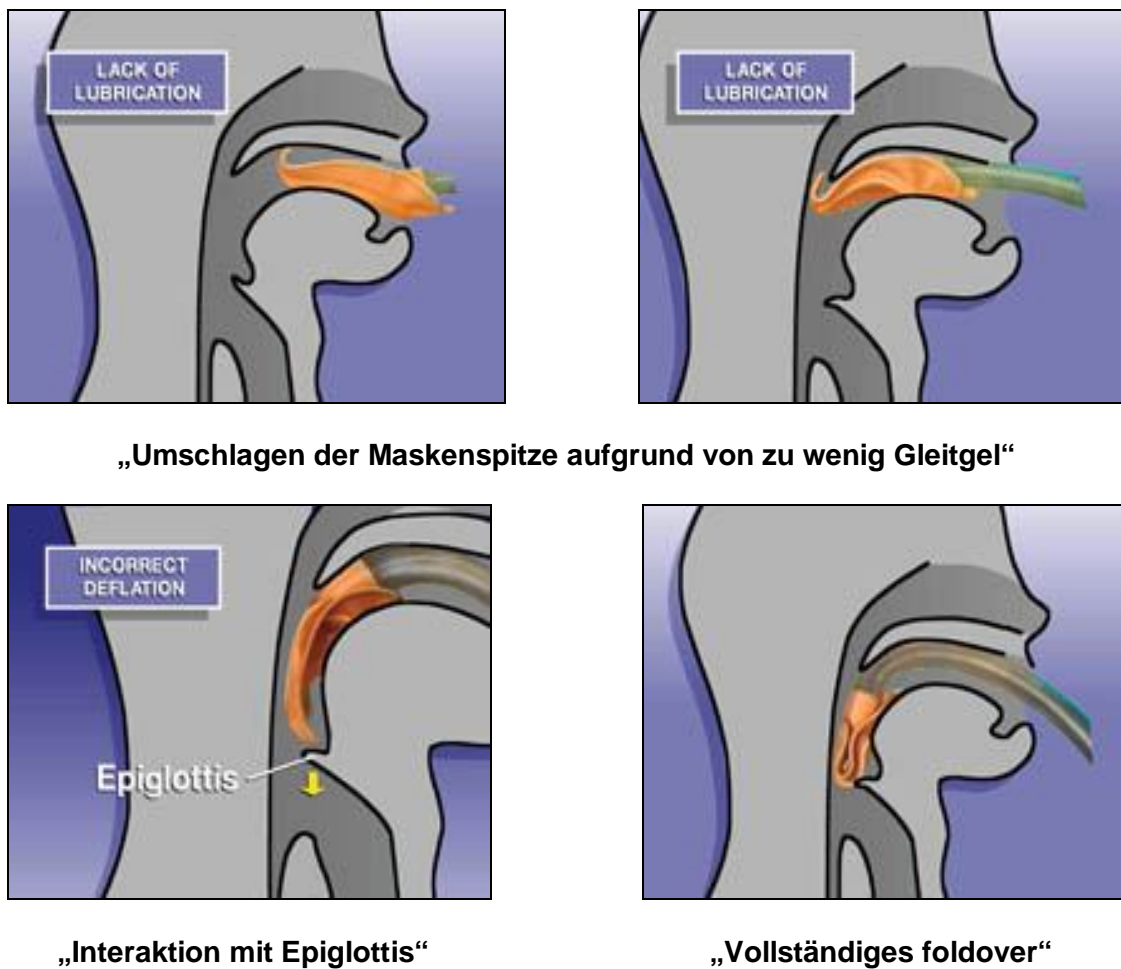


Abbildung 13: Mögliche Fehlplatzierungen der PLMA

Um mögliche Fehllagen zu identifizieren, können der Drainagetubus- und der Magensondentest angewendet werden [17, *Evans et al., 2002*]. Dabei wird beim Drainagetubustest ein Bolus Gleitgel auf das proximale Ende des Drainagetubus aufgetragen. Bei eventueller Fehllage der Larynxmaske wird dieser Bolus während der Beatmung ausgestoßen [4, *Brain et al., 2000; 43, O'Connor & Stix, 2002*].

2.3. Erstellung des Fragebogens

Bei der Erstellung des Fragebogens wurde darauf geachtet ein einfaches, leicht verständliches und übersichtliches Formular zu erstellen, das von den Anwendern in kurzer Zeit und ohne großen Aufwand ausgefüllt werden konnte.

Zu Beginn der Studie wurde die gesamte Abteilung für Anästhesie- und Intensivmedizin über die bevorstehende Studie, deren genauen Ablauf und die Dauer der Datenerfassung informiert. Nach einer Testphase im Juni 2005 startete die definitive Datenerhebung im Juli 2005 und dauerte 18 Monate. In dieser Zeit wurden die Anästhesisten/innen gebeten bei jedem Gebrauch der PLMA die erfragten Daten möglichst vollständig anzugeben. Der verwendete standardisierte Fragebogen (vollständige Abbildung siehe Anhang) umfasste eine DIN-A4-Seite.

Bei der Erstellung des Bogens wurden die zu erfragenden Informationen in verschiedene Klassen eingeteilt.

Die einleitenden allgemeinen Informationen beinhalteten „Datum“, „Op“ und „Anästhesieprotokollnummer“ (Abb.14):

Dataform Prospective Survey of P-LMA/C-LMA Use		RTC	June 2005
Datum:	<input type="text"/>	Op:	<input type="text"/>
		Anästhesie Protokoll Nr:	<input type="text"/>

Abbildung 14: 1. Abschnitt des Fragebogens

Unter „Op“ wurde der durchgeführte Eingriff eingetragen, der eine Zuordnung in die verschiedenen Fachgebiete erlaubte. Die Angabe der „Anästhesieprotokollnummer“ diente der Wiederauffindbarkeit der Protokolle, um eventuelle Unvollständigkeiten bzw. Unklarheiten lückenhaft ausgefüllter Bögen zu beseitigen.

Der zweite und dritte Abschnitt des Fragebogens umfasste die Patienten bezogenen Informationen.

Neben „Größe“, „Gewicht“, „Geschlecht“ und „Alter“ wurde im zweiten Abschnitt des Bogens auch der „Raucherstatus“ erfasst (Abb.15):

Patienten Daten:						
Größe	Gewicht	Geschlecht	Alter	ASA-class	Raucher?	Anästhesiedauer:
						Beginn: Ende:

Abbildung 15: 2. Abschnitt des Fragebogens

Zur Beurteilung des Anästhesierisikos wurde die „ASA-Klassifikation“ (ASA: American Society of Anesthesiologists) herangezogen (Tab.2):

Dabei wurde die *ASA-Klassifikation des Anästhesierisikos* wie folgt definiert:

Kategorie 1	gesunder Patient
Kategorie 2	Patient mit geringer Systemerkrankung ohne Leistungseinschränkung (z.B. chronische Bronchitis; mäßiges Übergewicht; diätetisch eingestellter Diabetes mellitus; alter Myokardinfarkt ohne Angina Pectoris; milde, medikamentös eingestellte Hypertonie)
Kategorie 3	Patient mit schwerer Systemerkrankung und Leistungseinschränkung (z.B. Koronare Herzerkrankung mit Angina Pectoris; insulinabhängiger Diabetes mellitus; schweres Übergewicht; mäßige bis schwere pulmonale Insuffizienz)
Kategorie 4	Patient mit schwerster Systemerkrankung und konstanter Lebensbedrohung (z.B. Herzerkrankungen mit ausgeprägter Herzinsuffizienz; instabile Angina pectoris; schwere, nicht behandelte Arrhythmien; ausgeprägte pulmonale, renale, hepatische oder endokrine Insuffizienz)
Kategorie 5	Moribunder Patient , von dem nicht erwartet werden kann, dass er die nächsten 24 Stunden mit oder ohne Operation überlebt (z.B. rupturiertes abdominelles Aortenaneurysma mit ausgeprägtem Schock)

Tabelle 2: ASA-Klassifizierung [33, Klöss, 2004]

Um die Anonymität der Studienteilnehmer/innen zu gewährleisten, wurde auf die Angabe des Namens und des Geburtsdatums verzichtet.

Des Weiteren wurde die „Anästhesiedauer“, mit Angabe von uhrzeitlichem „Beginn“ und „Ende“ der Operation dokumentiert.

Aus den Angaben „Größe“ und „Gewicht“ wurde zusätzlich der „Body-mass-index“ ($BMI = \text{Körpergewicht in kg} / \text{Körpergröße in m}^2$) berechnet.

Im dritten Abschnitt des Fragebogens wurden Informationen zum Atemweg erfasst. Zuerst wurde nach Anzeichen eines schwierigen Atemweges gefragt und diese anschließend genauer bezeichnet.

Dabei sollten die Anästhesisten/innen Angaben über „Mallampati“, „Mundöffnung“, „Zahnstatus“, „Thyromentale Distanz“, „Tonsillen“ (normal, groß oder operativ entfernt bzw. keine gesehen) und „Gaumen“ machen (Abb.16):

Airway Information:						
Anzeichen Diff. Airway	Mallampati	Mundöff. normal <input type="checkbox"/>	Zahnstatus normal <input type="checkbox"/>	Thyroment.* Distanz normal <input type="checkbox"/>	Tonsillen normal <input type="checkbox"/>	Harter Gaumen normal <input type="checkbox"/>
Nein <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 2,5 cm <input type="checkbox"/>	gefährdet <input type="checkbox"/>	verkürzt <input type="checkbox"/>	groß <input type="checkbox"/>	hoher gotischer <input type="checkbox"/>
Ja <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Prothese <input type="checkbox"/>			

* Bitte grob; klinischer Eindruck

Abbildung 16: 3. Abschnitt des Fragebogens

Unter „Mallampati“ konnten dabei vier Grade angegeben werden (Abb.17): „Class 1“ (Gaumenpfeiler und Uvula vollständig sichtbar), „Class 2“ (Gaumenpfeiler und Uvula sichtbar, Uvulaspitze von Zungenbasis verdeckt), „Class 3“ (nur Uvulabasis sichtbar) und „Class 4“ (Uvula nicht sichtbar, nur weicher Gaumen) [33, Klöss, 2004].

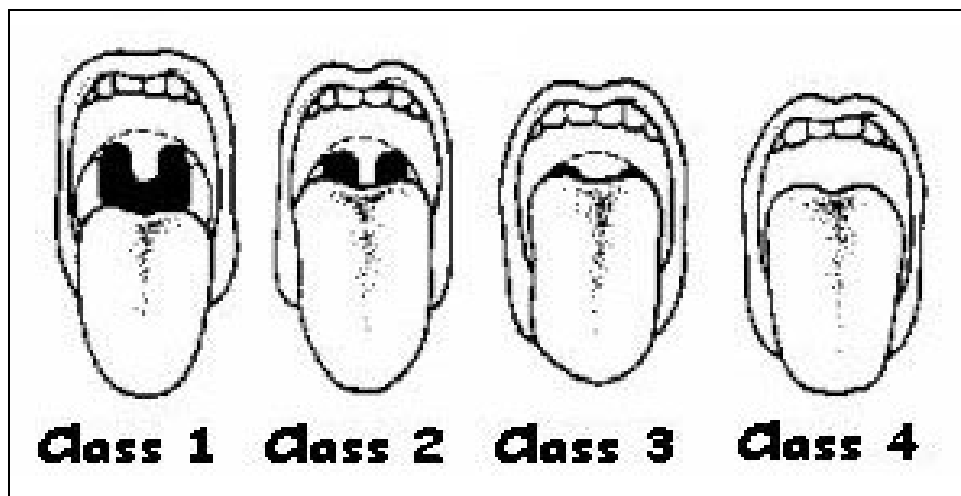


Abbildung 17: Klassifikation nach Mallampati

Der vierte Teil des Fragebogens beinhaltet Informationen zum Anwender der PLMA. Die Personalnummer des jeweiligen Anästhesisten wurde erfasst, um die Gesamtanzahl der Anwender/innen im Rahmen der Studie und deren Anwendungshäufigkeit/-frequenz zu erfassen. Darüber hinaus ermöglichte die Dokumentation der Personalnummer eine gezielte Kontaktaufnahme mit dem jeweiligen Anwender im Fall von Unklarheiten oder unvollständiger Dokumentation. Da die Studie alle Anwender/innen einer Kehlkopfmaske mit einbezog, wurden auch Medizinstudenten/innen und Rettungsassistenten/innen berücksichtigt, die durch die Personalnummer „0“ kenntlich gemacht wurden.

Die weiteren Anwenderinformationen beinhalteten die „Erfahrung“ der Anwender/innen im Umgang mit der Kehlkopfmaske und im Speziellen mit der PLMA (Abb.18):

Anwender Information:					
Personal Nr*	Erfahrung	LMA-Erfahrung**	ProSeal-Erfahrung**	** Wichtig !!	
<input type="text"/>	Ass Arzt 1/2. J <input type="checkbox"/>	>=100 <input type="checkbox"/>	>= 10 <input type="checkbox"/>	Bei Kindern bez. auf die Kindererfahrung	
	Ass Arzt 3-5. J <input type="checkbox"/>	>= 500 <input type="checkbox"/>	>= 50 <input type="checkbox"/>		
	Facharzt <input type="checkbox"/>	>= 1000 <input type="checkbox"/>	>= 100 <input type="checkbox"/>		

*Dient lediglich der Erfassung der Anzahl verschiedener Anästhesisten/innen!

Abbildung 18: 4. Abschnitt des Fragebogens

Im fünften Teil des Fragebogens wurden Informationen zum Einsatz der Larynxmaske erhoben.

Ob der Einsatz geplant oder ungeplant war, wobei im Falle eines ungeplanten Einsatzes nach dessen Grund gefragt wurde.

Dies konnte eine „schwierige Intubation“, eine „schwierige Maskenbeatmung“, eine „inadäquate Regionalanästhesie“ oder ein „unmögliches Stand-by-Verfahren“ sein (Abb.19):

LMA Einsatz:					
geplant	<input type="checkbox"/>	ungeplant	<input type="checkbox"/>	Schwierige Intubation	<input type="checkbox"/>
				Schwierige Maskenbeatmung	<input type="checkbox"/>
				Inadäquate Regionalanästhesie	<input type="checkbox"/>
				Stand-by unmöglich	<input type="checkbox"/>

*Bitte, Grund für ungeplanten Einsatz auswählen!

Abbildung 19: 5. Abschnitt des Fragebogens

Der sechste Teil des Fragebogens beinhaltet Informationen über die verwendete Larynxmaske. Es wurde sowohl der „Maskentyp“, die „Größe“ sowie die Belüftung des Cuffs während des Platzierungsvorganges erfasst. Ein Wechsel der initial verwendeten Maskengröße wurde zusätzlich handschriftlich dokumentiert.

Anschließend folgen Angaben zur „Platzierung“ der Maske und Anzahl der „Platzierungsversuche“. Als Gedächtnishilfe für die Anwender/innen wurde auf dem Fragebogen die genaue Definition der „Standardtechnik nach Brain“ angegeben, bei der die Maske mit dem Zeigefinger am Gaumen entlang in den Hypopharynx inseriert wird. Weiterhin wurden die Verwendung einer „Magen-sonde“ und der eventuell stattgefundenene „Wechsel zum Endotrachealtubus“ dokumentiert (Abb.20):

LMA Information:						
Maskentyp	Größe	Cuff zur Platz.	Platzierung	Platz.-Versuche	Magen-sonde	Wechsel zu ETT?
ProSeal	<input type="checkbox"/>	vollständig	Standard*	<input type="checkbox"/>	Ja	Ja
Classic	<input type="checkbox"/>	partiell entlüftet	Alternativ-Technik	<input type="checkbox"/>	Nein	Nein

*nach Brain: mit dem Zeigefinger am Gaumen entlang in den Hypopharynx

Abbildung 20: 6. Abschnitt des Fragebogens

Der siebte Teil des Fragebogens beinhaltet Informationen über die Technik des Anästhesieverfahrens.

Zunächst wurden die „Induktionstechnik“ und die „Narkosetiefe“ erfasst. Anzeichen einer inadäquaten Anästhesietiefe können eine erschwerte Platzierung, Extremitätenbewegungen oder eine nötige Nachinjektion sein. Auch dies wurde kurz auf dem Bogen erläutert. Als Letztes wurden einige Angaben zur Maske selbst dokumentiert. Die Angabe des „Verschlussdrucks“ wurde als „Verschluss des Expirationsventils bei 3 l/min Frischgasfluss“ mit einem vorgeschriebenen Limit von 40 cm H₂O auf dem Fragebogen erläutert [27, Keller et al., 1999].

Der „Cuffdruck von 60 cm H₂O“ musste bestätigt oder verneint werden und wenn klinisch indiziert, wurde vom Anwender noch der „Fiberoptische Score“ (1 = nur Epiglottis sichtbar, 2 = Glottis + anteriore Epiglottis sichtbar, 3 = Glottis + posteriore Epiglottis sichtbar, 4 = freier Blick auf Glottis) erhoben (Abb.21). Hierbei beurteilt der Anästhesist die Lage des Cuffs in Relation zur Glottis mit Hilfe eines fiberoptischen Bronchoskops.

Anästhesieeinleitung:				
Induktionstechnik	Narkosetiefe	Verschluss-Druck	Cuff-Druck 60 cm H ₂ O	Fiberoptischer Score
I.V. <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/>	** <input type="text"/>	Ja <input type="checkbox"/>	*** <input type="text"/>
Inhalation <input type="checkbox"/>	zu flach* <input type="checkbox"/>		Nicht gemessen <input type="checkbox"/>	

* ? Platzierung schwierig? z.B. Extremitätenbewegungen, oder Nachinjektion nötig
 ** Verschluss des Expirationsventils bei 3l/min Frischgasfluss, Limit=40cm H₂O
 *** optional: 1=nur Epiglottis
 2=Glottis+ant. Epiglottis
 3=Glottis+post. Epiglottis
 4=freier Blick auf Glottis

Abbildung 21: 7. Abschnitt des Fragebogens

Im achten Teil des Fragebogens wurden Informationen zum intraoperativen Verlauf erhoben.

Die Frage nach dem „Narkoseverfahren“ wurde durch die Zusatzfrage nach verwendeten „Relaxantien“ spezifiziert.

Des Weiteren wurden „Spontanatmung“, die Art der „Kontrollierten Beatmung“ und die Verwendung eines „PEEP“ dokumentiert. Bei der Anwendung eines positiven endexpiratorischen Drucks (PEEP) im Rahmen einer kontrollierten

maschinellen Beatmung in der Anästhesie wird während des gesamten Atemzyklus ein positiver Druck (meist zwischen 5 und 15 mbar) in der Lunge aufrechterhalten, was beim Einsatz eines supraglottischen Atemwegs-instrumentes zur Überschreitung des Leckagedrucks führen kann. Außerdem wurde in diesem Abschnitt eine stattgefundenene „Konstante Leckage“ erfasst (Abb.22):

Intraoperativer Verlauf:										
Narkoseverfahren			Spontanatmung		Kontrollierte Beatmung		PEEP		Konst. Leckage?	
TIVA	<input type="checkbox"/>		Ja	<input type="checkbox"/>	Vol.-kontrol	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>
balanciert	<input type="checkbox"/>		Nein	<input type="checkbox"/>	Druck-kontrol.	<input type="checkbox"/>	Nein	<input type="checkbox"/>	Nein	<input type="checkbox"/>
Relaxantien	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>								

Abbildung 22: 8. Abschnitt des Fragebogens

Der vorletzte Teil des Fragebogens umfasst die eventuell stattgefundenen kritischen Ereignisse. Nach der allgemeinen Angabe, ob es zu kritischen Ereignissen kam und wenn ja, zu welchem Zeitpunkt das, bzw. die Ereignisse stattfanden, wurden die Komplikationen noch spezifiziert.

Es konnten „Trauma“, „Obstruktion“, „Stridor“, „Giemen“, „Bronchospasmus“, „Laryngospasmus“, „Regurgitation“, „Aspiration“, „Hypoxämie“, „Hyperkapnie“ und „Andere“ dokumentiert werden und anschließend der Schweregrad der einzelnen Komplikationen hinzugefügt werden (Abb.23). Auf dem Fragebogen wurden Beispiele für die verschiedenen Schweregrade der Traumata angegeben: als „gering“ war unter anderem eine blutige Maske anzusehen, als „bedeutendes“ Trauma eine verletzte Lippe und als „schwerwiegend“ wurde ein Zahnverlust eingestuft.

Im Speziellen wurden die Schweregrade für Hypoxämie und Hyperkapnie definiert: eine Hypoxämie mit „SpO₂<95%“ wurde als gering, ein „SpO₂<90%“ als bedeutend und ein „SpO₂<85%“ als schwerwiegend definiert. Analog dazu galt eine Hyperkapnie von „CO₂>50 mmHg“ als gering, ein „CO₂>60 mmHg“ als bedeutend, und ein „CO₂>70 mmHg“ als schwerwiegend. Die Angaben des Ausmaßes der übrigen kritischen Ereignisse lagen im Ermessen des Anwenders.

Kritische Ereignisse:		Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/>	Einleitung <input type="radio"/>	Intra Op <input type="radio"/>	Ausleitung <input type="radio"/>
Bitte ankreuzen! Für Details bitte Rückseite verwenden!						
	<u>gering</u>	<u>bedeutend</u>	<u>schwerwiegend</u>	<u>gering</u>	<u>bedeutend</u>	<u>schwerwiegend</u>
Trauma				Regurgitation		
Obstruktion				Aspiration		
Stridor						
Giemen				Hypoxämia	SpO ₂ <95	<90 <85
Bronchospasmus				Hypercapnie	CO ₂ >50	>60 >70
Laryngospasmus				Andere:		

Nach eigenem Ermessen; z.B. Trauma: gering: Maske blutig, bedeutend: Lippe verletzt, schwerwiegend: Zahnverlust

Die letzte Spalte des auszufüllenden Bogens betrifft das Befinden der Patienten/innen nach der Operation. Dabei wurde erhoben, ob eine „Post-Op Visite“ überhaupt stattgefunden hat. Traf dies zu, konnte das jeweilige Befinden protokolliert werden. Lagen keinerlei Beschwerden vor, wurde dies als „ja, ohne Befund“ bezeichnet. Als postoperative Beschwerden wurden „Halsweh“, „Heiserkeit“, „PONV“ und „Andere“ erfasst (Abb.24):

Post-op Visite:	Nein <input type="radio"/>	Ja: o.B. <input type="radio"/>	Halsweh <input type="radio"/>	Heiserkeit <input type="radio"/>	PONV <input type="radio"/>	Andere <input type="radio"/>
Airway Management Research and Training Centre Philipps University Marburg						

Abbildung 24: 10. Abschnitt des Fragebogens

Auch hier wurde in einigen Fällen die Rückseite für detailliertere Ausführungen genutzt, und bei Relevanz für die Studie anschließend unter dem Punkt „Anmerkungen 1 und 2“ in die Datenverarbeitung mit einbezogen.

2.4. Erhebung der Daten

Die oben beschriebenen Fragebögen wurden in allen Anästhesieeinleitungsräumen des Klinikums der Philipps-Universität Marburg ausgelegt, und nach dem Ausfüllen durch die Anwender/innen, wieder eingesammelt. Dies umfasste zwei urologische OPs, drei allgemeinchirurgische OPs, vier orthopädisch-unfallchirurgische OPs, zwei neurochirurgische OPs und einen herzchirurgischen OP. Hinzu kamen drei Operationssäle in der Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, in der Hals-Nasen-Ohren-Klinik und in der Augenklinik. Auch hier sollte idealer Weise bei jedem Einsatz der Kehlkopfmaske ein standardisierter Fragebogen durch die Anästhesisten/innen ausgefüllt werden. Zur Kollektivierung der Fragebögen wurden zu Beginn der Studie, im Juni 2005, in allen Einleitungsräumen zwei Klarsichtfolien angebracht. Die Folien waren zum einen mit rotem, und zum anderen mit grünem Klebeband umrandet, und dadurch farblich markiert. Dabei enthielt die Folie mit der roten Umrandung die blanken Fragebögen und in die Folie mit der grünen Umrandung wurden die ausgefüllten Fragebögen abgelegt. Die ausgefüllten Zettel wurden täglich zur weiteren Datenverarbeitung eingesammelt. Auf den ausgefüllten Fragebögen wurde vermerkt, aus welchem Operationssaal, bzw. aus welcher Klinik sie stammten, um die Auffindung des Anästhesieprotokolls bei späteren Unklarheiten zu erleichtern. Die Bögen wurden außerdem auf Vollständigkeit geprüft. So konnten in vielen Fällen noch vor Ort mit Hilfe der arbeitenden Anästhesisten/innen fehlende Daten ergänzt

werden. Häufig mussten Dauer des Eingriffes oder einige Patientendaten nachgetragen werden. Zusätzlich wurde versucht, bei einer möglichst großen Anzahl an Patienten eine Post-Op-Visite durchzuführen. Bei außergewöhnlichen postoperativen Komplikationen wurden die Patienten/innen auch über einen längeren Zeitraum beobachtet. Zum einen Teil noch auf Station und zum anderen Teil auch telefonisch nach erfolgter Entlassung, bis die Beschwerden abgeklungen waren.

2.5. Verarbeitung und Auswertung

Zur Weiterverarbeitung und Auswertung der Daten wurde das Programm SPSS® für Windows (Version 12.0.1, 11.November 2003) verwendet.

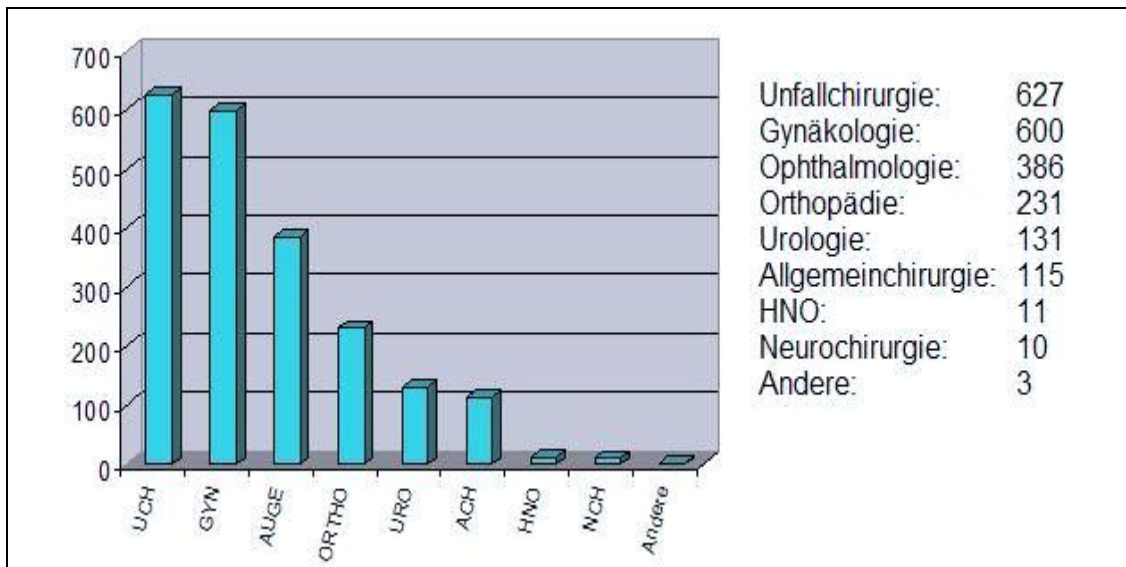
Die Daten wurden nach Fachgebieten in der Reihenfolge Augenheilkunde, Gynäkologie, Urologie, Orthopädie, Unfallchirurgie, Allgemeinchirurgie, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Neurochirurgie, Psychiatrie und Herzchirurgie eingegeben. Sortiert wurden die Daten außerdem nach dem Datum, an dem der jeweilige Eingriff stattfand. Mit Hilfe der Patientendaten „Größe“ und „Gewicht“ wurde zusätzlich der „Body-mass-index“ berechnet. Der Fragebogen enthielt somit 55 Variablen, die in jedem einzelnen Fall im elektronischen Datendokument erfasst wurden.

3. Ergebnisse

3.1. Ergebnisse in Zahlen

In die Studie einbezogen wurden 2114 erwachsene Patienten/innen, davon 1288 Frauen und 826 Männer, die sich im Universitätsklinikum Marburg einem Eingriff unter Allgemeinanästhesie unterziehen mussten.

Die Operationen, bei denen die PLMA zum Einsatz kam, verteilten sich mit unterschiedlichen Häufigkeiten auf die verschiedenen Fachgebiete und Kliniken (Grafik 1):



Grafik 1: Arten von chirurgischen Disziplinen, in denen die PLMA eingesetzt wurde

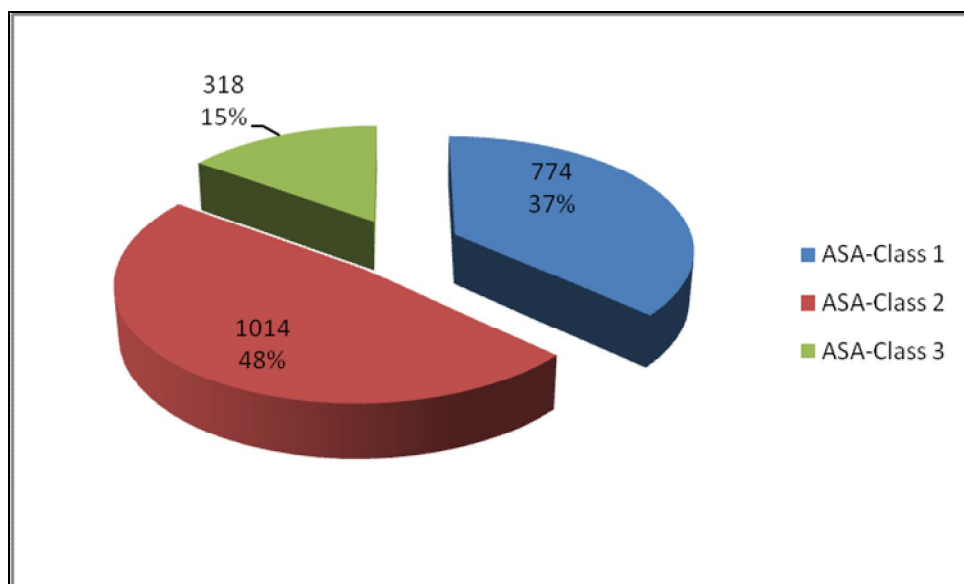
So wurden 30% der PLMA-Anwendungen in der Unfallchirurgie dokumentiert, 28% in der Gynäkologie, 18% in der Ophthalmologie, 11% in der Orthopädie, 6% in Urologie und Allgemeinchirurgie und 1% in der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. In der Neurochirurgie wurde die PLMA 10 Mal (<1%) eingesetzt und in der Herzchirurgie ein Mal (<1%).

Das Durchschnittsalter, die Größe und das Gewicht lagen bei 52 [18-93] Jahren, 170 [136-198] cm und 74 [36-140] kg. Daraus ergab sich ein

durchschnittlicher BMI von 26 kg/m² [14-42]. 86.7% der Probanden/innen hatten einen BMI von ≤ 30 . Die Anästhesiedauer betrug im Durchschnitt 90 [15-515] Minuten. N=543 Eingriffe (25.7%) dauerten länger als zwei Stunden, von welchen n=120 Operationen (5.7%) länger als drei Stunden dauerten.

Der Gebrauch der PLMA war bei n=2054 Patienten/innen geplant. In den restlichen 60 Fällen kam es zu einem ungeplanten Einsatz der Kehlkopfmaske: in n=29 Fällen kam die PLMA aufgrund von inadäquater Regionalanästhesie zum Einsatz und in n=10 Fällen wegen einer fehlgeschlagenen überwachten „stand-by“-Anästhesie. Bei n=21 Patienten/innen wurde die PLMA erfolgreich bei der Bewältigung eines unerwartet, schwierigen Atemweges eingesetzt, bei n=16 Patienten/innen aufgrund von gescheiterter endotrachealer Intubation und in n=5 Fällen aufgrund von fehlgeschlagener Maskenbeatmung und einer daraus resultierenden Hypoxie.

N=774 (36.6%) der Patienten/innen wurden der ASA-Class 1, n=1014 (48.0%) der ASA-Class 2, n=318 (15.0%) der ASA-Class 3 und n=3 (0.1%) der ASA-Class 4 zugeordnet (Grafik 2):



Grafik 2: ASA-Klassifizierung

Bei n=501 (23.7%) der Studienteilnehmer/innen handelte es sich um aktive Raucher/innen, die restlichen n=1610 (76.2%) waren Nichtraucher/innen.

In n=2010 Fällen (95.1%) lag kein Hinweis für einen erschwerten Luftweg vor, in den restlichen n=104 Fällen (4.9%) wurden präoperative Anzeichen für einen schwierigen Atemweg dokumentiert.

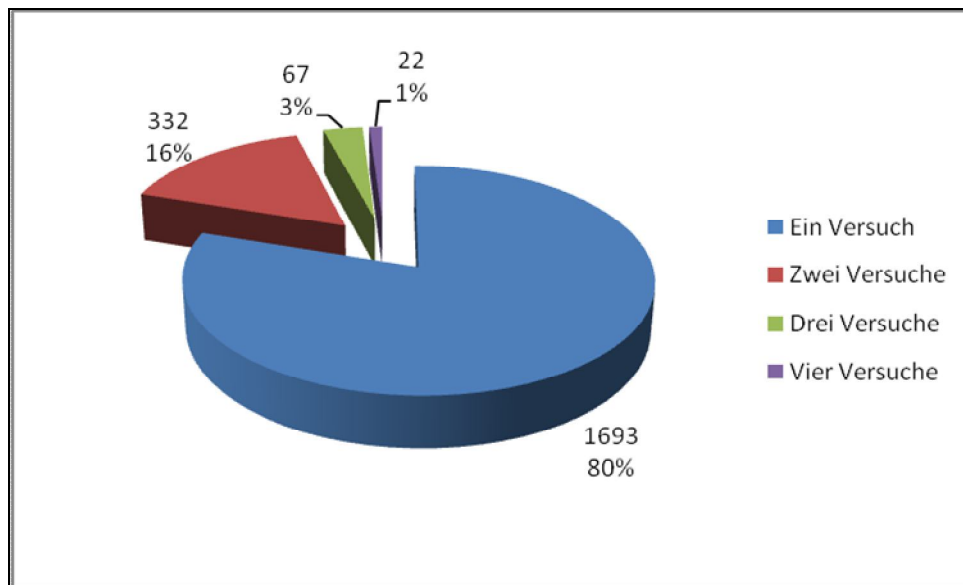
N=773 Patienten/innen (36.6%) wurden der Kategorie „Mallampati I“, n=1171 (55.4%) „Mallampati II“, n=139 (6.6%) „Mallampati III“ und n=3 Patienten/innen (0.1%) „Mallampati IV“ zugeteilt.

Die Mundöffnung wurde von den Anästhesisten/innen in n=2050 Fällen (97%), der Zahnstatus in n=1680 Fällen (79.5%), die thyromentale Distanz in n=2018 Fällen (95.5%) und die Tonsillen in n=1973 Fällen (93.3%) als normal eingeschätzt.

N=234 (11.1%) der Probanden/innen wiesen einen hohen gotischen Gaumen auf, die restlichen n=1880 Studienteilnehmer/innen (88.9%) hatten einen normalen harten Gaumen.

81 verschiedene Anästhesisten/innen waren an der Studie beteiligt und dokumentierten im Durchschnitt 10 [1-170] Anwendungen der PLMA. Die meisten Patienten/innen (57.1%) wurden von Assistenzärzten/innen anästhesiert, davon in n=849 Fällen (40.2%) von einem Assistenzarzt/ärztin mit 1-2 Jahren Berufserfahrung und in n=358 Fällen (16.9%) von einem Assistenzarzt/ärztin mit 3-5 Jahren Berufserfahrung. In n=907 Fällen (42.9%) wurde die Larynxmaske von einem Facharzt/ärztin angewendet.

Die Platzierung der Larynxmaske war in n=1693 (80.1%) Fällen beim ersten Versuch erfolgreich, in n=332 Fällen (15.7%) beim zweiten Platzierungsversuch, in n=67 (3.2%) beim dritten Versuch und in n=22 Fällen (1%) beim vierten Versuch (Grafik 3). Bei n=5 Patienten/innen (0.2%) war eine erfolgreiche Platzierung innerhalb von vier Versuchen nicht möglich.



Grafik 3: Anzahl der Platzierungsversuche

Bei der Dokumentation der Platzierungsversuche konnte festgestellt werden, dass die Erfolgsrate von der Erfahrung des jeweiligen Anwenders im Umgang mit der PLMA bzw. mit der CLMA abhängt (Tab.3). So lag die Erfolgsrate beim ersten Platzierungsversuch bei den Anwendern am höchsten, die bereits mehr als 100 Mal Gebrauch von einer PLMA (83%) gemacht hatten oder mehr als 1000 Mal eine CLMA benutzt hatten (85%).

PLMA-Erfahrung	<10 Anwendungen	10 – 50 Anwendungen	51 – 100 Anwendungen	>100 Anwendungen
	73%	75%	78%	83%
LMA-Erfahrung	<100 Anwendungen	100 – 500 Anwendungen	501 – 1000 Anwendungen	>1000 Anwendungen
	77%	81%	79%	85%

Tabelle 3: Erfolgsrate beim 1.Platzierungsversuch in Abhängigkeit von PLMA- und LMA-Anwendungserfahrung

Dabei wurde bei n=2014 Insertionen (95.3%) die Standardtechnik nach „Brain“ dokumentiert, um die Kehlkopfmasken richtig im Hypopharynx zu platzieren, bei den restlichen n=100 Platzierungen (4.7%) wurden Alternativtechniken angewendet.

Der Großteil der Anwender gab eine PLMA-Erfahrung von mehr als 100 Einsätzen an, 42% weniger als 100 Einsätze, von welchen 14% weniger als 50 Anwendungen angaben.

Während die Größen 4 (57.9%) und 5 (40.3%) sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Patienten angewendet wurden, wurde Größe drei (1.8%) ausschließlich zur Sicherung der Atemwege von weiblichen Patienten verwendet.

Die initial ausgewählte Maskengröße wurde in n=59 Fällen (2.8%) nach der ersten fehlgeschlagenen Intubation, z.B. wegen erschwerter Platzierung oder Leckage, gewechselt.

Die Masken waren zur Platzierung in n=1732 Fällen (81.9%) vollständig, und in n=382 Fällen (18.1%) partiell entlüftet.

Zur Anästhesieeinleitung wurde bei n=2109 Patienten/innen (99.8%) eine intravenöse Induktionstechnik durchgeführt. Die Narkose wurde in n=1608 Fällen (76.1%) intravenös (Propofol) aufrecht erhalten und in n=489 Fällen (23.1%) inhalativ (Sevofluran oder Desfluran). Muskelrelaxantien wurden bei n=111 Patienten/innen (5.3%) eingesetzt.

In n=1952 (92.3%) Fällen war die Narkosetiefe suffizient. Bei n=162 Patienten/innen (7.7%) wurde die Narkosetiefe bei Einleitung von den Anästhesisten/innen als unzureichend eingestuft, was zu Platzierungsproblemen der PLMA führte.

Der P_{leak} wurde bei n=2008 Patienten gemessen. Der Durchschnitts P_{leak} lag bei 28 [12-40] cm H₂O. Dabei war der Durchschnitts P_{leak} , der für die Größe 3 dokumentiert wurde (25 +/- 6 cm H₂O) signifikant geringer als der Durchschnitts P_{leak} , der für die Größen 4 (29 +/- 7 cm H₂O) und 5 (28 +/- 7 cm H₂O) dokumentiert wurde, ($p < 0.001$).

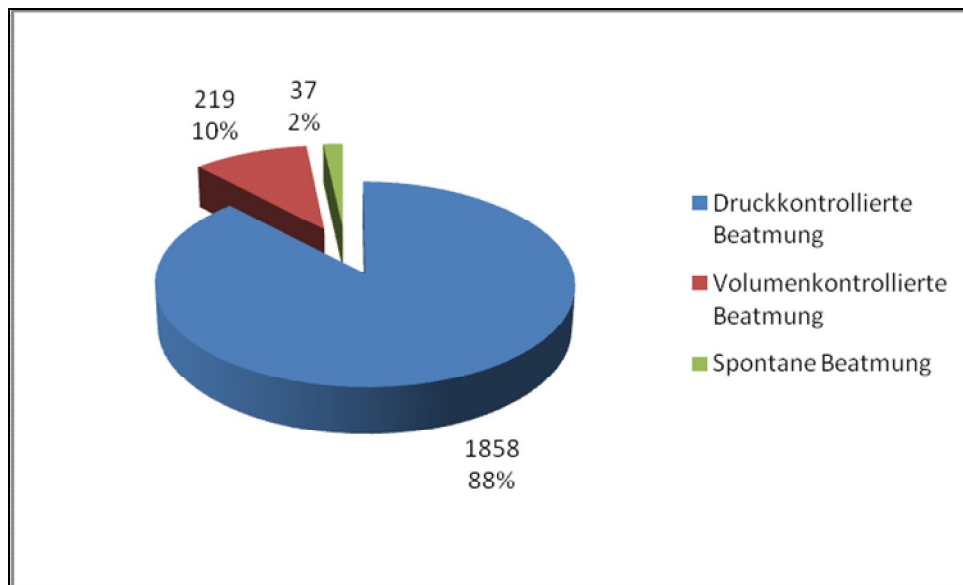
Der Cuffdruck wurde bei n=1774 Patienten/innen (84%) durchgehend überwacht und lag in diesen Fällen bei 60 cm H₂O oder darunter.

In n=308 Fällen (14.6%) wurde die PLMA-Platzierung durch fiberoptische Inspektion überprüft und anhand des Fiberoptischen Scores (Tab.4) dokumentiert. Die Stimmbänder, bzw. Teile davon, waren bei 91.2% der Patienten/innen sichtbar.

Fiberoptischer Score	Anzahl der Fälle
Nur Epiglottis sichtbar	27 (8.8%)
Stimmbänder und anteriore Epiglottis sichtbar	34 (11%)
Stimmbänder und posteriore Epiglottis sichtbar	24 (7.8%)
Nur Stimmbänder sichtbar (freier Blick auf Glottis)	223 (72.4%)

Tabelle 4: Fiberoptische Sicht auf den Larynx (Score nach Brimacombe), n=308

Eine Magensonde wurde bei n=781 Patienten/innen (36.9%) durch den Drainagetubus platziert. Eine Druck kontrollierte Beatmung wurde bei n=1858 Patienten/innen (87.9%) dokumentiert, eine Volumen kontrollierte Beatmung bei n=219 Patienten/innen (10.4%) und eine spontane Beatmung bei n=37 Patienten/innen (1.7%), (Grafik 4):



Grafik 4: Angewandte Beatmungsformen

Dabei wurde die kontrollierte Beatmung in n=1182 Fällen (55.9%) mit einem positiven endexpiratorischen Druck (PEEP) kombiniert. Eine intraoperative Leckage trat in n=148 Fällen (7.1%) auf, dabei war aber nur in n=11 Fällen (0.5%) ein Wechsel zum Endotrachealtubus erforderlich.

3.2. Wechsel zum Endotrachealtubus

Bei n=67 Patienten/innen (3.2%) wurde ein Wechsel zum ETT dokumentiert.

Die Gründe hierfür waren sehr unterschiedlich, und wurden von den Anwendern/innen oft auf der Rückseite des Fragebogens noch näher ausgeführt (siehe Tab.5). Bei n=52 Patienten/innen erfolgte der Wechsel präoperativ, während bei n=15 Patienten/innen der Wechsel intraoperativ erforderlich war.

Grund für Wechsel von PLMA zu ETT	Anzahl der Fälle
Leckage, unzureichender Verschluss nach erfolgreicher Platzierung	10 (15%)
Intraoperative Atemwegsobstruktion (Laryngospasmus)	8 (12%)
Leckage, resultierend aus einer Positionsänderung von Kopf bzw. Körper	7 (10%)
Fehlplatzierung nach vier Versuchen	5 (7%)
Intraoperative Leckage (nach initial suffizientem Verschluss)	4 (6%)
Atemwegsobstruktion bei Platzierung, Beatmung nicht möglich	4 (6%)
Sekundäre Atemwegsobstruktion durch komprimierte Larynxöffnung (durch fiberoptische Inspektion bestätigt)	4 (6%)
Singultus nach Platzierung	4 (6%)
Regurgitation von Magensaft	3 (4%)
Intraoperativer Bronchospasmus mit hohem Verschlussdruck	2 (3%)
Ungeplante Bauchlage	2 (3%)
Geplanter Wechsel nach Gebrauch der PLMA zum Management des schwierigen Atemweges	2 (3%)
Nach Platzierung Bemerkung eines defekten Cuffs, neue PLMA nicht verfügbar	2 (3%)
Ungeplante Laparotomie	1 (1%)
Leckage durch früheres Tracheostoma, fünf Tage nach Schließung	1 (1%)
Kein Grund angegeben	8 (12%)

Tabelle 5: Gründe für den Wechsel von PLMA zu ETT (n=67)

Es zeigte sich, dass Probleme beim Gebrauch der PLMA sowohl durch die Erfahrung der Anwender im Umgang mit der CLMA (Tab.6), als auch mit der PLMA (Tab.7) beeinflusst wurden. Die Fehlerrate lag dabei am Höchsten, wenn die Anwendererfahrung weniger als 100 CLMA-Anwendungen (5.5%) betrug, oder weniger als 10 PLMA-Anwendungen (5.4%). Bei einer Anwendererfahrung von mehr als 1000 CLMA-Anwendungen (2%) oder mehr als 100 PLMA-Anwendungen (2.9%) war sie dagegen am Geringsten, ($p < 0.001$).

Anzahl der CLMA-Anwendungen	Anzahl der PLMA-Anwendungen	Anzahl der PLMA-Fehlplatzierungen
<100 Anwendungen	253 (12%)	14 (5.5%)
100-500 Anwendungen	1029 (48.7%)	30 (2.9%)
501-1000 Anwendungen	339 (16%)	13 (3.8%)
>1000 Anwendungen	492 (23.3%)	10 (2.0%)

Tabelle 6: PLMA-Fehlplatzierungen in Bezug auf CLMA-Gesamterfahrung

Anzahl der PLMA-Anwendungen	Anzahl der PLMA-Anwendungen	Anzahl der PLMA-Fehlplatzierungen
<10 Anwendungen	37 (1.8%)	2 (5.4%)
10-50 Anwendungen	268 (12.7%)	13 (4.8%)
51-100 Anwendungen	574 (27.2%)	16 (2.8%)
>100 Anwendungen	1234 (58.4%)	36 (2.9%)

Tabelle 7: PLMA-Fehlplatzierungen in Bezug auf PLMA-Gesamterfahrung

3.3. Komplikationen bei Anwendung der ProSeal®-Larynxmaske

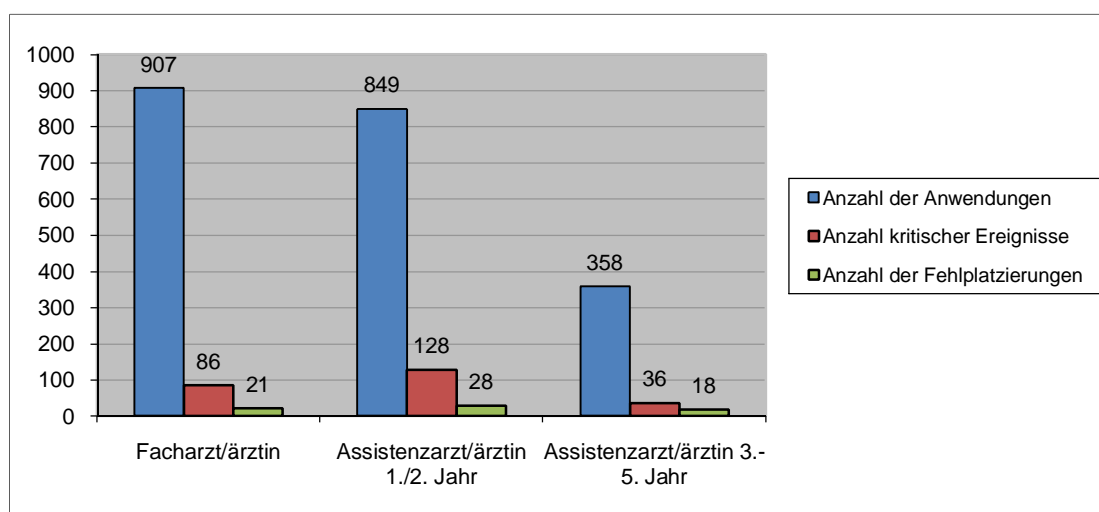
Besondere Aufmerksamkeit bei der Auswertung erhielten die letzten beiden Abschnitte des Fragebogens: die kritischen Ereignisse und die Post-Op-Visite.

In n=250 Fällen (11.8%) kam es zu einem oder mehreren kritischen Ereignissen. Die Inzidenz von Problemen, welche während der Anästhesieeinleitung (5.2%) und intraoperativ (4.6%) auftraten, waren signifikant höher als während der Anästhesieausleitung (1.8%), ($p<0.001$).

In n=58 der 250 Fälle kam es zu einem zusätzlichen kritischen Ereignis und in n=12 Fällen zu einem zusätzlichen Dritten. Diese Tatsache wurde bei der Dateneingabe berücksichtigt und unter „kritisches Ereignis 2 bzw. 3“ zusätzlich erfasst.

Die Inzidenz kritischer Ereignisse war beim Gebrauch einer balancierten Anästhesietechnik signifikant höher (19%) im Vergleich zu einer totalen intravenösen Anästhesie (9.3%), ($p<0.001$). Dies traf auch nach Weglassen der „Trauma-assoziierten“ kritischen Ereignisse zu, die offensichtlich nicht mit der gewählten Anästhesietechnik in Verbindung stehen (17% zu 6.5%).

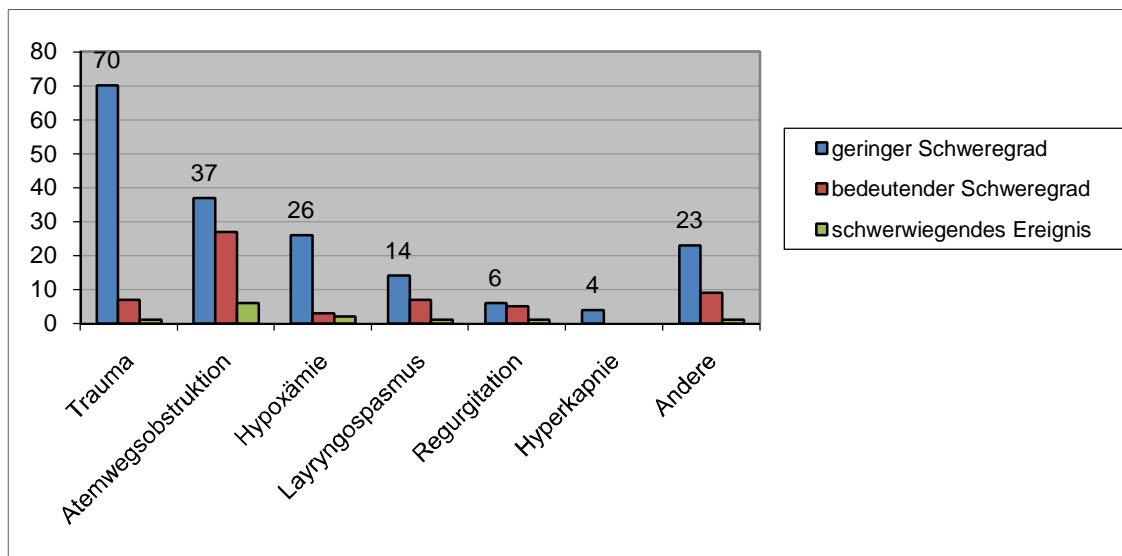
Assistenzärzte/innen im ersten und zweiten Ausbildungsjahr hatten eine höhere Rate an kritischen Ereignissen (15.2%) als Assistenzärzte/innen im dritten bis fünften Ausbildungsjahr (10.1%) und als Fachärzte/innen (9.5%), ($p<0.001$); (Grafik 5):



Grafik 5: Anzahl der Anwendungen sowie Anzahl der kritischen Ereignisse und Fehlplatzierungen in Bezug auf den Ausbildungsstand des Anwenders

Die kritischen Ereignisse wurden in 2.7% als „bedeutend“ und in 0.6% als schwerwiegend eingestuft, der Schweregrad der restlichen Komplikationen (8.5%) wurde als „gering“ angesehen.

Grafik 6 zeigt die einzelnen aufgetretenen kritischen Ereignisse, die genauen Werte mit Prozentangaben und Gesamtergebnissen zeigt Tabelle 8 (siehe Anhang).



Grafik 6: Stattgefundene kritische Ereignisse

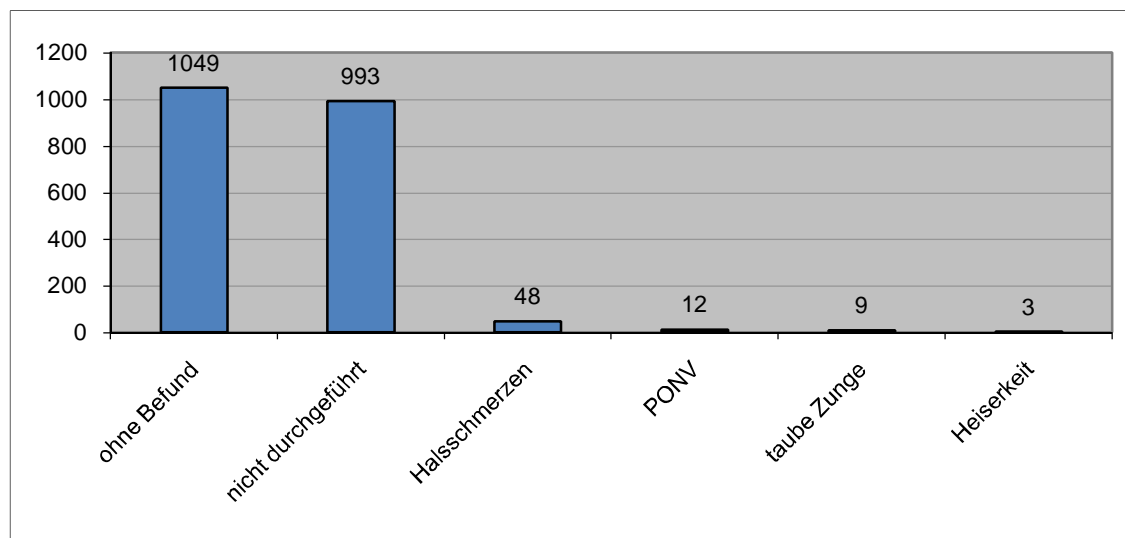
Am häufigsten kam es zu einem geringen Trauma, welches normalerweise mit einer blutigen Maske in Verbindung gebracht wurde, gefolgt von Laryngospasmus und anderen Arten einer oberen Atemwegsobstruktion. Bei n=12 Patienten/innen wurde regurgitierter Magensaft durch den Drainagetubus drainiert. Zu einer Regurgitation kam es bei n=5 Patienten/innen bei Anästhesieeinleitung, bei n=5 Patienten/innen intraoperativ und bei zwei Patienten/innen während der Anästhesieausleitung. In keinem der Fälle gab es klinische Anzeichen einer pulmonalen Aspiration und auch die nachfolgende fiberoptische Beurteilung des tracheobronchialen Systems bei n=9 dieser Patienten/innen ergab keinen Hinweis einer Aspiration. In n=3 Fällen wurde keine fiberoptische Untersuchung durchgeführt.

Daraus resultiert, dass es während der Anwendung der PLMA in keinem der Fälle zu einer pulmonalen Aspiration kam. Allerdings ereignete sich in einem der beschriebenen Fälle, in dem es zu einem Wechsel vom ETT zur Larynxmaske kam, eine Aspiration vor Platzierung der PLMA. Bei diesem Fall handelte es sich um eine Notfall Sectio caesarea, bei der eine „cannot-intubate, cannot-ventilate“-Situation auftrat und die PLMA als lebensrettende Sicherung der Atemwege eingesetzt wurde. Vorher kam es während multipler Versuche einer endotrachealen Intubation zu einer Aspiration von Magensaft.

3.4. Postoperative Komplikationen

Post-Op-Visiten wurden in n=1121 Fällen (53%) durchgeführt. Dies beinhaltete alle Patienten/innen, bei denen es zu kritischen Ereignissen gekommen war. In keinem der Fälle konnten Spätschäden nachgewiesen werden. In n=1049 Fällen (93.6%) blieb die postoperative Visite ohne pathologischen Befund.

Als postoperative Beschwerden wurden bei n=48 Patienten/innen (4.3%) Halsschmerzen dokumentiert, in n=12 Fällen (1.1%) trat PONV auf, bei n=3 Patienten/innen (0.3%) Heiserkeit und in n=9 Fällen (0.8%) Druckschäden der Zunge, welche zu einer vorübergehenden Neuropraxie führten (Grafik 7). Diese neun Patienten/innen wurden auch nach Entlassung aus dem Krankenhaus weiter beobachtet. Über telefonische Kontaktaufnahme konnte der Rückgang der Beschwerden bis hin zur vollständigen Genesung genauestens dokumentiert werden.



Grafik 7: Postoperative Visite

4. Diskussion

4.1. Übereinstimmung der Ergebnisse mit vorher dokumentierten Daten

Die Studie liefert umfassende Daten über den Gebrauch der PLMA im klinischen Alltag bei mehr als 2000 erwachsenen Patienten/innen. Beteiligt waren über 80 verschiedene Anwender/innen, die diese Daten unter nicht standardisierten Bedingungen erfasst haben. Dadurch wurde ein Einblick gewährt, wie gut dieses supraglottische Atemwegsinstrument im routinemäßigen Einsatz funktioniert.

Da die Studie an einem Universitätsklinikum durchgeführt wurde, umfasste sie ein weites und repräsentatives Anwenderspektrum. So nahmen Assistenzärzte/innen unterschiedlicher Ausbildungsgrade, Fachärzte/innen und auch unerfahrenere Anwender, wie z.B. Studenten, an der Studie teil. Die Anwender/innen unterschieden sich in der Erfahrung mit dem Umgang der CLMA und der PLMA, was sich in den Zahlen der bereits durchgeführten Anwendungen widerspiegelte. Das Feld der chirurgischen Fachgebiete und die verschiedenen Operationen, für die die PLMA eingesetzt wurde, waren ähnlich denen, die vorher für den Einsatz der CLMA erfasst wurden [52, *Verghese & Brimacombe, 1996*]. Es zeigte sich aber, dass das Spektrum des Einsatzgebietes, v.a. durch erfahrene Anästhesisten, erweitert wurde. So fanden auch Anwendungen in der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde und für Augenheilkunde statt, beides Fächer in denen die Kehlkopfmaske früher nur sehr zurückhaltend bzw. gar nicht eingesetzt wurde. Vor allem in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde wurden in früheren Beobachtungsstudien häufig Probleme dokumentiert [37, *Lopez-Gil et al., 1996*]. Sehr kritisch wird der Einsatz der PLMA weiterhin bei intraabdominellen Operationen oder bei Patienten mit relativen Kontraindikationen beurteilt. So konnte auch diese umfangreiche Studie keine neuen Erkenntnisse über die Sicherheit der PLMA bei intraabdominalchirurgischen Eingriffen liefern, wodurch die wissenschaftliche Datenlage in diesem Bereich weiterhin unzureichend bleibt [13, *Cook et al., 2005*].

Daten, die bereits aus vorherigen Studien bekannt sind und durch die vorliegende Studie bestätigt werden konnten, waren der durchschnittliche P_{leak} von 28 cm H₂O und eine erfolgreiche Platzierungsrate von insgesamt 99%. Beide Werte befinden sich in Bereichen, die vorher in kontrollierten Studien dokumentiert wurden [8, *Brimacombe & Keller, 2000*; 11, *Cook et al., 2002*; 19, *Evans et al., 2002*]. Ein durchschnittlicher P_{leak} von 28 cm H₂O zeigt, dass der Verschlussdruck, der durch die PLMA gewährleistet wird, im Bereich der geforderten Werte für eine Überdruckbeatmung bei den meisten erwachsenen Patienten liegt. Die Ergebnisse deuten an, dass die Größe 3 PLMA einen weniger effizienten Verschluss bietet als die Größen 4 und 5. Die hohe Erfolgsrate bei Platzierung der Kehlkopfmaske beweist, dass die PLMA mit der empfohlenen Insertionstechnik innerhalb einer klinisch akzeptablen Anzahl von Versuchen platziert werden kann. Dies traf auch für weniger erfahrene Anwender zu, auch wenn die Erfolgsrate beim ersten Platzierungsversuch mit 80% einer höheren Erfolgsrate in so genannten Expertenstudien gegenüberstand [13, *Cook et al., 2005*; 15, *Cook & Gibbison, 2007*].

4.2. Stattgefundene kritische Ereignisse

Die Schäden und Gefahren durch den Einsatz der Larynxmaske lassen sich in morphologische Schäden und funktionelle Störungen einteilen [25, *Hempel, 1999*]. Die morphologischen Schäden entstehen durch den Gebrauch des Instrumentes vor allem bei Platzierung und Entfernung. Funktionelle Störungen betreffen Ventilationsstörungen, einschließlich Regurgitation und Aspiration.

Auch wenn diese Studie zeigt, dass die PLMA ein sicheres und bewährtes Instrument zur Atemwegssicherung ist, traten sowohl morphologische als auch funktionelle Störungen auf. Dadurch wurde deutlich, dass die Maske im klinischen Alltag nicht immer komplikationslos eingesetzt werden konnte. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen, die in kleineren, kontrollierten Studien dokumentiert wurden [13, *Cook et al., 2005*; 15, *Cook & Gibbison, 2007*]. Der Gesamtanteil kritischer Ereignisse von 11.8% in unserer Studie erscheint relativ hoch im Vergleich zu einer großen Anwendungsbeobachtungsstudie der CLMA von 1996, in der es in weniger als einem Prozent der Fälle zu Komplikationen

kam [52, Vergheze & Brimacombe, 1996]. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die kritischen Ereignisse unterschiedlich definiert wurden und dass bei der Auswertung der Ergebnisse sowohl die verschiedenen Schweregrade als auch deren klinische Relevanz berücksichtigt werden müssen. In der vorliegenden Studie wurden die Anästhesisten/innen gebeten jedes Ereignis zu dokumentieren, das in Beziehung zum Atemweg stand, und zwar unabhängig von dessen Ausmaß und von der daraus resultierenden Relevanz für das klinische Management. Zum Beispiel wurde eine stattgefundene „Regurgitation“ als kritisches Ereignis gewertet, obwohl daraus in keinem der Fälle eine Komplikation resultierte. Eine genaue Analyse der Schweregrade der stattgefundenen kritischen Ereignisse zeigte, dass die Mehrzahl (8.5%) der kritischen Ereignisse als „gering“ eingestuft wurden (siehe Grafik 6). Dies lag zum Beispiel bei einer blutigen Maske, einem geringen Grad an Hypoxämie ($\text{SpO}_2 < 95\%$) oder einer Hyperkapnie ($\text{end-tidal CO}_2 > 50 \text{ mmHg}$) vor. Nur 2.7% und 0.6% aller kritischen Ereignisse wurden als „bedeutend“ bzw. als „schwerwiegend“ eingestuft. Somit wird durch diese Studie deutlich, dass die Komplikationen bei der PLMA-Anwendung nur zu einem geringen Anteil mit einem für den Anwender relevanten klinischen Problem einhergehen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Mehrzahl der Patienten/innen von Assistenzärzten/innen anästhetisiert wurde, erscheint die Gesamtfehlerrate von 3.2% und die intraoperative Fehlerrate von 0.7% durchaus akzeptabel. Die Betrachtung der Gründe für einen Wechsel von PLMA zu ETT zeigt, dass die Anästhesietiefe einen bedeutenden Faktor im Bezug auf die Fehlerrate der PLMA darstellt. Dies wird unter anderem durch die hohe Anzahl an kritischen Ereignissen deutlich, die mit einer zu flachen Narkose in Zusammenhang stehen, wie zum Beispiel Singultus, Leckage oder plötzliche Atemwegsobstruktion nach einem anfänglich suffizienten Atemweg. Auch die Häufigkeit einer unzureichenden Narkosetiefe bei Einleitung, die mit 8% dokumentiert wurde, bestätigt diese Annahme. Beide Aspekte unterstreichen die Notwendigkeit einer adäquaten Anästhesietiefe und ausreichenden Anwendererfahrung im Umgang mit der PLMA, um die Anzahl kritischer Ereignisse so gering wie möglich zu halten. Bereits in früheren Studien konnte außerdem gezeigt werden, dass die Anzahl kritischer Ereignisse im Laufe der Jahre stetig

abnimmt. Folglich bedarf es einer längeren Lern- und Übungszeit im Umgang mit der PLMA [6, *Brimacombe, 1996*].

4.2.1. Anzahl der kritischen Ereignisse in Abhängigkeit zur Anästhesietechnik

Eine Metaanalyse über die Anzahl kritischer Ereignisse im Verhältnis zur Verwendung einer intravenösen oder einer balancierten Anästhesietechnik beim Gebrauch der CLMA zeigte, dass keine Technik überlegen war.

Die vorliegenden Ergebnisse stehen in klarem Widerspruch zu diesen Daten. Die Analyse der Anzahl kritischer Ereignisse in Abhängigkeit vom gewählten Anästhesieverfahren zeigte, dass eine intravenöse Anästhesietechnik mit einer signifikant geringeren Anzahl an kritischen Ereignissen einherging. Eine mögliche Erklärung dafür könnte eine bessere Vertrautheit der Anwender mit dieser Art der Anästhesietechnik am Universitätsklinikum Marburg sein, da es sich bei der totalen intravenösen Anästhesie in vielen Bereichen um den Klinikstandard handelt.

4.2.2. ProSeal®-Larynxmaske und Aspirationsrisiko

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Untersuchung des Aspirationsschutzes der PLMA, da dieser immer wieder als unzureichend bezeichnet wird. Daher wurde besonderer Wert auf eine genaue Dokumentation aufgetretener Regurgitationen und Aspirationen gelegt und diese speziellen Fälle genau nachverfolgt.

Durch die schonendere, nicht-intratracheale Lage der Larynxmaske wird die Luftröhre nicht direkt durch den Cuff abgedichtet. Dadurch wird von vielen Anwendern ein erhöhtes Aspirationsrisiko angenommen, was häufig bei bestimmten Patientengruppen oder Eingriffen in eine eher zurückhaltende Verwendung der Larynxmaske resultiert. Diese Befürchtung konnte allerdings schon 1995 durch eine Metaanalyse widerlegt werden, die zeigte, dass das Aspirationsrisiko als vergleichbar mit dem bei Intubationsnarkosen angegeben werden kann (1:5000) [5, *Brimacombe, 1995*]. Auch in den 11910 von Verghese

und Brimacombe beobachteten Anwendungen der CLMA, wovon in 44% der Fälle eine kontrollierte Beatmung zum Einsatz kam, trat nur ein einziger Fall von Aspiration auf [52, *Verghese & Brimacombe, 1996*].

Das Design der PLMA ermöglicht, dass die PLMA trotz ihrer supraglottischen Lage den Luftweg effektiv von Flüssigkeit im Hypopharynx isolieren kann [18, *Evans et al., 2002*]. Voraussetzung ist aber, dass der Drainagetubus Anschluss an den Ösophagus hat. Dies konnte bereits 2000 von Keller et al. in einer Studie an Leichen demonstriert werden [29, *Keller et al., 2000*], ist aber in der klinischen Praxis bisher nur in einzelnen Fallzahlen beschrieben worden [18, *Evans et al., 2002*; 22, *Goldmann & Jakob, 2005*].

In der vorliegenden Studie kam es lediglich in einem Fall zu einer Aspiration von Magensaft und zwar während multiplen Versuchen einer endotrachealen Intubation, also noch vor der Platzierung der Larynxmaske. Dabei handelte es sich um eine Notfall Sectio caesarea, bei der eine „cannot-intubate cannot-ventilate“-Situation während der Anästhesieeinleitung auftrat, und die PLMA als lebensrettende Sicherung der Atemwege eingesetzt wurde. Ein solcher Fall wurde zum ersten Mal im Jahr 2003 beschrieben. Auch hier kam die PLMA bei fehlgeschlagener endotrachealer Intubation vor einer Sectio caesarea zum Einsatz [2, *Awan et al., 2004*]. Fälle wie diese trugen dazu bei, dass die Larynxmaske in diverse Algorithmen für eine unerwartet fehlgeschlagene Intubation und den schwierigen Atemweg aufgenommen wurde [2, *Awan et al., 2004*; 48, *Schälte et al., 2007*].

In den im Rahmen der Studie beobachteten 12 Fällen einer Regurgitation von Magensaft, konnte die PLMA ganz offensichtlich einen zuverlässigen Aspirationsschutz gewährleisten. Bei allen Patienten/innen konnte der Magensaft durch den Drainagetubus drainiert werden. In keinem der Fälle fanden sich klinische Anzeichen einer stattgefundenen Aspiration. Die Studie bestätigt daher die Hypothese, dass eine *korrekt platzierte* PLMA nach erfolgter Regurgitation von Magensaft einen Schutz vor pulmonaler Aspiration bieten kann; Voraussetzung ist allerdings, dass die Öffnung des Drainagetubus der PLMA direkt vor dem oberen Ösophagussphinkter liegt.

Diese Erkenntnisse über die Häufigkeit von Aspirationen beim Einsatz der PLMA stehen im Einklang mit den Ergebnissen einer Studie aus dem Jahre

2004, bei der deutlich mehr Aspirationen im Gebrauch mit der CLMA auftraten. Bei dieser Literaturübersicht wurden 20 Fälle von Aspiration beschrieben, davon 14 bei Erwachsenen und 6 bei Kindern. Nur ein Fall ereignete sich beim Gebrauch der PLMA, die restlichen 19 Aspirationen fanden bei Anwendung der CLMA statt. In 14 Fällen wiesen die Patienten/innen Faktoren auf, die das Aspirationsrisiko steigerten [30, Keller et al., 2004]. Wären die Risikofaktoren beachtet worden, hätte sich die Anzahl an Aspirationen vermutlich weiter verringern lassen.

Anders verhielt es sich bei der vorliegenden Studie mit der Beobachtung stattgefundener Regurgitationen. Obwohl deren Anzahl mit 0.5% relativ hoch im Verhältnis zur CLMA (0.1%) im routinierten Gebrauch [51, Verghese et al., 1993] erscheint, lässt sich diese Beobachtung doch als eine der wichtigsten Erkenntnisse der vorliegenden Studie unterstreichen.

Kontrollierte Studien in den letzten Jahren haben gezeigt, dass die Häufigkeit einer unbemerkten pharyngealen Regurgitation unter Allgemeinanästhesie mit der CLMA, mit einer Häufigkeit von bis zu 5% auftreten kann [1, Akhtar & Street, 1994]. Eine mögliche Erklärung der wesentlich geringeren Inzidenz von klinisch offensichtlichen Regurgitationen könnte sein, dass sogar die CLMA durch den distalen Cuff aufgrund einer Herabsetzung der passiven Flüssigkeitsbewegung einen gewissen Aspirationsschutz bietet. Dieser bildet eine Abdichtung über dem oberen Ösophagussphinkter. Bei der PLMA ermöglicht der Cuff jetzt einen Abflussweg für regurgitierten Magensaft. Dies wäre also eine Erklärung für die relativ hohe Anzahl an klinisch erkennbaren Regurgitationen in unserer Studie.

Betrachtet man die Ergebnisse der vorliegenden Studie sowie die Resultate verschiedener früherer Untersuchungen lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die meisten beobachteten Komplikationen beim Gebrauch der Larynxmaske vermeidbar sind, oder zumindest auf ein zu vernachlässigendes Minimum reduziert werden können. Dies erfordert einen erfahrenen Anwender oder eine professionelle Anweisung eines unerfahrenen Anwenders, eine korrekte Platzierung der Kehlkopfmaske, sowie einen mäßigen Cuffdruck (< 60 cm H₂O oder bis zur Abdichtung nach Gehör) [25, Hempel, 1999]. Nicht zu vergessen ist die adäquate Anästhesietiefe.

4.3. Postoperative Beschwerden

Postoperative Komplikationen wurden gezielt analysiert, da der postoperative Patientenkomfort ein wichtiges Maß für die Zufriedenheit der Patienten/innen ist. Beschwerden im Halsbereich, wie Halsschmerzen, Schluckbeschwerden oder Heiserkeit werden vom Patienten besonders als Dyskomfort wahrgenommen. Vor allem bei ambulanten Operationen oder Operationen mit anschließend nur kurzem Krankenhausaufenthalt ist es wichtig, die postoperativen Beschwerden zu minimieren, da die Patienten zu Hause keinen unmittelbaren Zugang zu professioneller Hilfe haben.

Bei der Anästhesieaufklärung und bei präoperativen Gesprächen mit den Patienten wird auch auf eventuelle postoperative Komplikationen hingewiesen. Bei der Abschätzung zur Häufigkeit der spezifischen Beschwerden nach einer Narkose orientiert man sich an Statistiken. So konnte in verschiedenen Studien über die Auswirkungen einer endotrachealen Intubation und eines Gebrauches der Larynxmaske festgestellt werden, dass Heiserkeit und Halsschmerzen nach Anästhesien mit Larynxmasken signifikant seltener auftreten als nach endotrachealer Intubation [7, *Brimacombe & Keller, 1999*]. Allerdings kommt es nach Anwendung der Larynxmaske häufiger zu Schluckbeschwerden [45, *Reber et al., 2007*]. In der vorliegenden Studie kam es am häufigsten zu Halsschmerzen und nur in drei Fällen zu Heiserkeit.

Als mögliche Ursache für diese aufgetretenen postoperativen Komplikationen wird weiterhin der Zusammenhang mit dem Cuffdruck kontrovers diskutiert. Fakt ist, dass der gemessene Cuffdruck nicht die Druckbelastung der pharyngealen Mukosa widerspiegelt [45, *Reber et al., 2007*]. Misst man den Druck auf die Mukosa direkt mit Mikrosensoren ist dieser deutlich geringer als der konventionell gemessene Cuffdruck [46, *Rieger & Brunne, 1999*]. Durch Druck-Volumenkurven konnte außerdem gezeigt werden, dass der effektive Cuffdruck ab einem bestimmten Füllungsvolumen nicht mehr zunimmt [46, *Rieger & Brunne, 1999*]. Daher führt auch ein Blocken mit höheren Füllvolumina nicht zu einer höheren Dichtigkeit, wie fälschlicherweise von vielen Anwendern angenommen wird. Wären die Anwender unserer Studie speziell auf diesen Aspekt hingewiesen worden, wären die Post-Op Beschwerden vermutlich sogar noch geringer ausgefallen.

4.4. Analyse der postoperativen Komplikation einer tauben Zunge

Besondere Beachtung findet der Cuffdruck im Zusammenhang mit Nervenschädigungen, die im Umgang mit der Larynxmaske auftreten können.

Eine spezielle Nervenschädigung, die in der vorliegenden Studie beobachtet wurde, ist die einer tauben Zunge. Sie trat insgesamt bei neun Patienten/innen auf und verdient besondere Aufmerksamkeit.

In früheren Studien wurden bereits Paresen des N.hypoglossus, des N.lingualis und des N.laryngeus recurrens [10, *Brimacombe et al., 2005; 46, Rieger & Brunne, 1999*] beschrieben. In der vorliegenden Anwendungsbeobachtungsstudie konnte eine Neuropraxie des N.lingualis beobachtet werden. Eine Schädigung des N.lingualis in dieser Form wurde in früheren CLMA-Studien nicht dokumentiert und scheint PLMA-spezifisch zu sein.

Um die Pathogenese der Neuropraxie zu erklären, muss zuerst der anatomische Verlauf des N.lingualis im Verhältnis zur Lage der PLMA in situ betrachtet werden. Der N.lingualis verläuft zwischen den Mm.pterygoidei medialis und lateralis nach kaudal. Einem besonderen Kompressionsrisiko durch den Tubus der PLMA ist der Nerv ausgesetzt, wenn er unterhalb des M.constrictor pharyngis superior in den Mund verläuft und seinen Weg entlang des Periosts der Mandibula fortsetzt [10, *Brimacombe et al., 2005*].

Eine Verletzung des N.lingualis äußert sich meist durch einen Geschmacks- und Sensibilitätsverlust der vorderen zwei Drittel der Zunge. In den ersten sechs Monaten der Datenerhebung gaben neun Patienten/innen bei der postoperativen Visite ein Taubheitsgefühl in der Zungenspitze an. Zur Reduktion dieser Komplikation fand eine Ursachenanalyse statt. Hierbei kommen theoretisch eine Kompression durch die PLMA, eine Nervenüberdehnung (durch Lageänderungen von Kopf, Hals oder gesamten Körper), eine chemische Neuritis oder eine lokale Entzündung durch ein Intubationstrauma in Frage [10, *Brimacombe et al., 2005*]. Die häufigste Ursache (auch in der vorliegenden Studie) ist wohl ein Druckschaden. Dies kann zum einen, wie oben beschrieben, durch Kompression des Nervs geschehen oder durch Kompression der Zungenspitze.

Bei einer direkten Kompression des Nervs wird als Ursache eine Fehllage oder Überblähung des Cuffs der PLMA angenommen [25, *Hempel, 1999*]. Auch wenn die genaue Rolle des Cuffdrucks in der Pathogenese postoperativer Beschwerden weiterhin unklar bleibt, wird eine Reduktion des Cuffvolumens „bis Dichtigkeit gerade noch aufrecht erhalten werden kann“ („just seal“) empfohlen [46, *Rieger & Brunne, 1999*].

Auffallend in der vorliegenden Studie war, dass einige Anwender/innen bei der Extubation von einer Einklemmung der Zungenspitze zwischen den vorderen Schneidezähnen und dem Bite-Block der Maske berichteten. Aufgrund der Bedeutung dieser Komplikation wurden die Anwender/innen nach den ersten sechs Monaten darauf hingewiesen, in Zukunft sorgfältig auf diese Problematik zu achten, um sie zu vermeiden. Als Konsequenz kam es in den restlichen zwölf Monaten der Datenerhebung zu keiner Neuropraxie mehr, so dass man annehmen kann, dass dies der zugrunde liegende Pathomechanismus gewesen war.

In den vorliegend dokumentierten Fällen kam es bei acht der Patienten/innen bereits in den ersten postoperativen Tagen zu einer Normalisierung der Sensibilität der Zunge. In einem Fall dauerte es vier Wochen bis völlige Beschwerdefreiheit eingetreten war.

Betrachtet man also zusammenfassend die aufgetretenen Komplikationen und die postoperative Komplikation einer tauben Zunge im Speziellen, kann festgehalten werden, dass zur Verhinderung von kranialen Nervenschädigungen Insertionstraumata vermieden werden sollten, das Cuffvolumen reduziert, und eine Fehlplatzierung der Larynxmaske früh erkannt und korrigiert werden sollte [10, *Brimacombe et al., 2005*]. Zur weiteren Vorbeugung pharyngolaryngealer Beschwerden werden die Platzierung mit der Standardtechnik sowie die Wahl der richtigen Maskengröße, basierend auf dem Geschlecht, empfohlen [7, *Brimacombe & Keller, 1999*].

5. Zusammenfassung

5.1. Zielsetzung der Studie

In der vorliegenden Arbeit wurde in einer prospektiven Anwendungsbeobachtungsstudie der Einsatz der PLMA bei 2114 erwachsenen Patienten im klinischen Alltag unter Allgemeinanästhesie beobachtet.

Die Daten wurden im Universitätsklinikum Marburg mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens erhoben.

Ziel dieser Studie war es vor allem, den Einsatz der Larynxmaske im klinischen Routinealltag zu dokumentieren, und sich dabei nicht auf eine speziell fortgebildete Personengruppe zu beschränken.

Die Datenerhebung erstreckte sich über einen Zeitraum von 18 Monaten und umfasste 2250 erwachsene Patienten, wobei 136 aufgrund der Verwendung einer CLMA oder eines Einmalartikels nicht berücksichtigt wurden.

5.2. Tauglichkeit der Larynxmasken im Alltag

Ursprünglich wurde die CLMA unter spontaner Ventilation als Ersatz für die Gesichtsmaske verwendet. Dies hat sich in den letzten Jahren geändert und so wurde die CLMA immer öfter kombiniert mit einer kontrollierten Beatmung eingesetzt [52, *Verghese & Brimacombe, 1996*]. Die Daten der vorliegenden Studie zeigen, dass die kontrollierte Beatmung seit Einführung der PLMA in unserer Institution fast zum Standard in Kombination mit der Larynxmaske geworden ist. Darüber hinaus wird die kontrollierte Beatmung in der Mehrzahl der Fälle mit einem PEEP kombiniert. Es wird deutlich, dass dies nicht mit einer erhöhten Anzahl kritischer Ereignisse einhergeht.

Die Anwendung einer Druck-kontrollierten Beatmung ohne den Gebrauch von Muskelrelaxantien erscheint sicher und effektiv. Dies ist der Hintergrund, vor dem die Einsatzgebiete der Larynxmaske in den letzten Jahren erweitert wurden. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die PLMA zu einer weiteren Ausweitung des Einsatzes der Larynxmaske im Klinikalltag geführt hat.

5.3. „Goldstandard Tubus in Gefahr?“

Vergleicht man die Tauglichkeit der PLMA mit dem ETT, der seit Jahrzehnten als „Goldstandard“ in der Anästhesie gilt, so zeichnen sich eindeutig Vor- und Nachteile ab. In unserer Studie kam die PLMA in sechzehn Fällen von endotrachealer Fehlintonation und in fünf Fällen von schwieriger Maskenbeatmung erfolgreich zum Einsatz. Dies beinhaltet eine lebensbedrohliche „cannot-intubate, cannot-ventilate“-Situation, was deutlich die wichtige Rolle der Larynxmaske im Management des schwierigen Atemweges zeigt. Vor allem die Möglichkeit einer Platzierung ohne Hilfsmittel (Laryngoskop), auch durch unerfahrenere Anwender, hat sich in der Notfallmedizin bewährt. So konnte die Larynxmaske vor allem auch bei Reanimationen in den letzten Jahren erfolgreich eingesetzt werden [47, Rosenblatt, 2003]. Es ist anzunehmen, dass die PLMA auch in diesem Bereich in Zukunft eine größere Rolle spielen wird.

Mit der Entwicklung der PLMA wurde der Aspirationsschutz weiter verbessert. Durch die bessere Abdichtung des Luftweges und die Möglichkeit Magensaft zu drainieren, konnten zwei entscheidende Limitationen der CLMA eingedämmt werden. Dies kommt vor allem Patienten entgegen, die ein supraglottisches Atemwegsinstrument benötigen und ein erhöhtes Aspirationsrisiko aufweisen. Patienten, die von einem supraglottischen Atemwegsinstrument besonders profitieren, sind professionelle Stimmbenutzer, wie beispielsweise Sänger, Schauspieler, Politiker oder Lehrkräfte. Postoperative Beschwerden wie Stimmlippenfixationen, Heiserkeit oder Schäden des N.laryngeus recurrens treten eindeutig häufiger durch die Invasivität des ETT auf. In einem Fall unter 60.000 Narkosen muss mit einer Schädigung der Stimmbänder oder der Arytenoidknorpel gerechnet werden [46, Rieger & Brunne, 1999]. Daher ist bei oben genannter Gruppe von Patienten ein supraglottisches Atemwegsinstrument Mittel der Wahl.

Auch die hohe Rate an Fällen, in denen ein freier Blick auf die Stimmbänder gewährt wird, scheint ein Vorteil der PLMA zu sein. Eindeutige Kontraindikation für die Anwendung der Larynxmaske ist und bleibt jedoch der nicht nüchterne Patient [49, Schulte am Esch, 2006].

Beim Vergleich mit dem ETT lässt sich also zusammenfassend sagen, dass es sich bei der Larynxmaske um ein nicht mehr weg zu denkendes Instrument zur

Sicherung der Atemwege handelt. Allerdings bedeutet dies nicht, dass die Larynxmaske den Platz des ETT einnimmt. Beide Instrumente „arbeiten“ nicht gegeneinander, sondern ergänzen sich vor allem in anästhesiologisch komplizierten Fällen, bei denen es zu Beatmungs- oder Intubationsproblemen kommt. Auf diese Weise erweitern der ETT und die Larynxmaske die Möglichkeiten eines jeden Anwenders zur Sicherung der Atemwege.

Man kann also nicht mehr von dem ETT als einzigen „Goldstandard“ in der Anästhesie reden. Es handelt sich hierbei vielmehr um *einen* „Goldstandard“, der durch seine höhere Sicherheit vor Aspiration bei gefährdeten Patienten nicht ersetzt werden kann, aber durch die Larynxmaske perfekt ergänzt wird.

5.4. Limitationen und abschließende Zusammenfassung

Auch wenn die Ergebnisse dieser prospektiven Anwendungsbeobachtungsstudie einen umfangreichen Einblick in den Gebrauch der PLMA gewährleisten, dürfen die wichtigen Limitationen dieser Untersuchung nicht vergessen werden. Der wahrscheinlich wichtigste Faktor ist, dass die vorliegende Studie an einer einzigen Institution durchgeführt wurde und daher eher die Anwendung der PLMA an dieser Institution als die Anwendung im Allgemeinen widerspiegelt. Dies zeigt sich beispielsweise durch die Art der Anästhesieführung, die angewendete Platzierungstechnik oder die generelle Wahl des Atemwegsinstrumentes für verschiedene Eingriffe. All dies sind erlernte Fertigkeiten und Handlungsmuster, welche durch die Lehre einer bestimmten Klinik stark beeinflusst werden.

Auch wenn die Anzahl erfasster Anwendungen zum jetzigen Zeitpunkt die größte überhaupt ist, ist der Datensatz im Vergleich zu umfangreicheren Studien über die CLMA immer noch begrenzt [52, *Verghese & Brimacombe, 1996*]. Nicht alle Aspekte, die in dieser Studie untersucht wurden, können vollständig erklärt werden. Dies hätte noch mehr Anwendungsbeobachtungen erfordert.

Hinzu kommt, dass die Daten nicht von einem unabhängigen Beobachter gesammelt wurden und bei der anschließenden Kontrolle nur die Vollständigkeit und nicht die Exaktheit geprüft wurde. Dies kann eine potentielle

Fehlerquelle für Ungenauigkeit darstellen. Die korrekte Erhebung der Messwerte konnte nicht bei jeder Narkose überwacht werden. Auch die Tatsache, dass die anderen verwendeten Atemwegsinstrumente, wie CLMA oder ETT, nicht untersucht wurden, limitiert die Vergleichbarkeit mit anderen Formen der Atemwegssicherung. Daher lassen sich Vergleiche in den Bereichen kritischer Ereignisse und postoperativer Beschwerden lediglich mit früher erhobenen Daten aus anderen Studien vergleichen.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die Anwendung der PLMA unter kontrollierter Ventilation und ohne den Gebrauch von Muskelrelaxantien, eine effektive und sichere Möglichkeit zur Beatmung von Patienten/innen darstellt. Dies trifft sowohl auf Fachärzte/innen, als auch auf weniger erfahrenes Personal zu. Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass eine *korrekt platzierte* PLMA vor einer pulmonalen Aspiration von regurgitiertem Magensaft während einer Druck-kontrollierten Beatmung schützen kann.

Bei den aufgetretenen kritischen Ereignissen und Anwendungsproblemen darf die wichtige Rolle einer inadäquaten Anästhesie nicht übersehen werden. Diese Tatsache wird durch unsere Ergebnisse unterstrichen.

Auch zeigen die Daten, dass die PLMA im Management des schwierigen Atemweges nicht mehr wegzudenken ist und bei Unmöglichkeit einer endotrachealen Intubation eine Alternative zur Sicherung der Atemwege bietet.

6. Literaturverzeichnis

1. **Akhtar TM, Street MK.** Risk of aspiration with the laryngeal mask. *Br J Anaesth* 1994; 72: 447-450
2. **Awan R, Nolan JP, Cook TM.** Use of a ProSeal™ laryngeal mask airway for airway maintenance during emergency Caesarean section after failed tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2004; 92: 144-146
3. **Brain AIJ.** The laryngeal mask – a new concept in airway management. *Br J Anaesth* 1983; 55: 801-806
4. **Brain AIJ, Vergheze C, Strube PJ.** The LMA “ProSeal” – a laryngeal mask with an oesophageal vent. *Br J Anaesth* 2000; 84: 650-654
5. **Brimacombe J.** The advantages of the LMA over the tracheal tube or facemask: a meta-analysis. *Can J Anaesth* 1995; 42: 1017-1023
6. **Brimacombe J.** Analysis of 1500 laryngeal mask uses by one anaesthetist in adults undergoing routine anaesthesia. *Anaesthesia* 1996; 51: 76-80
7. **Brimacombe J, Keller C.** Recurrent laryngeal nerve injury with the laryngeal mask. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1999; 34: 189-192
8. **Brimacombe J, Keller C.** The ProSeal laryngeal mask airway: A randomized, crossover study with the standard laryngeal mask airway in paralyzed, anesthetized patients. *Anesthesiology* 2000; 93: 104-109
9. **Brimacombe J, Keller C, Fullekrug B, Agrò F, Rosenblatt W, Dierdorf SF, de Lucas EG, Capdevilla X, Brimacombe N.** A multicenter study comparing the ProSeal and Classic laryngeal mask airway in anesthetized, nonparalyzed patients. *Anesthesiology* 2002; 96: 289-295
10. **Brimacombe J, Clarke G, Keller C.** Lingual nerve injury associated with the ProSeal laryngeal mask airway: a case report and review of the literature. *Br J Anaesth* 2005; 95: 420-423
11. **Cook TM, Nolan JP, Vergheze C, Strube PJ, Lees M, Millar JM, Baskett PJF.** Randomized crossover comparison of the ProSeal with the classic laryngeal mask airway in unparalysed anaesthetized patients. *Br J Anaesth* 2002; 88: 527-533

12. **Cook TM, McKinstry C, Hardy R, Twigg S.** Randomized crossover comparison of the ProSeal™ laryngeal mask airway with the Laryngeal Tube® during anaesthesia with controlled ventilation. *Br J Anaesth* 2003; 91: 678-683
13. **Cook TM, Lee G, Nolan JP.** The ProSeal™ laryngeal mask airway: a review of the literature. *Can J Anaesth* 2005; 52: 739-760
14. **Cook TM.** The classic laryngeal mask airway: a tried and tested airway. What now? *Br J Anaesth* 2006; 96: 149-152
15. **Cook TM, Gibbison B.** Analysis of 1000 consecutive uses of the ProSeal laryngeal mask airway™ by one anaesthetist at a district general hospital. *Br J Anaesth* 2007; 99: 436-439
16. **DGAI.** Airway Management, Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, 4. Auflage, 2007; 643-650, (http://www.dgai.de/06pdf/13_643-Leitlinie.pdf, 08.09.08)
17. **Evans NR, Gardner SV, James MFM.** Malposition of the ProSeal laryngeal mask. *Anesth Analg* 2002; 94: 1366-1367
18. **Evans NR, Gardner SV, James MFM.** ProSeal laryngeal mask protects against aspiration of fluid in the pharynx. *Br J Anaesth* 2002; 88: 584-587
19. **Evans NR, Gardner SV, James MFM, King JA, Roux P, Bennett P, Nattrass R, Llewellyn R, Visu D.** The ProSeal laryngeal mask: results of a descriptive trial with experience of 300 cases. *Br J Anaesth* 2002; 88: 534-539
20. **Folwaczny M, Hickel R.** Oro-dentale Verletzungen während der Intubations-narkose. *Anaesthesist* 1998; 47: 707-731
21. **Füllekrug B, Reissmann H, Pothmann W, Masch T, Schulte am Esch J.** Die ProSeal-LM, eine neue Variante der Larynxmaske: Beschreibung und erste klinische Erfahrungen. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36: 213-218
22. **Goldmann K, Jakob C.** A randomized crossover comparison of the size 2 ½ laryngeal mask airway ProSeal™ versus laryngeal mask airway Airway-Classic™ in paediatric patients. *Anesth Analg* 2005; 100: 1605-1610
23. **Goldmann K, Kalinowski M, Kraft S.** Airway management under general anaesthesia in pigs using the LMA-ProSeal™: a pilot study. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 2005; 32: 308-313

24. **Goldmann K, Braun U.** Einsatz der Kehlkopfmaske in der anästhesiologischen Praxis deutscher Universitäts- und Lehrkrankenhäuser – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2005; 40: 469-476
25. **Hempel V.** Schäden und Gefahren durch Einsatz der Kehlkopfmaske. *Anaesthesist* 1999; 48: 399-402
26. **Hillebrand H, Motsch J.** Larynxmaske – Möglichkeiten und Grenzen. *Anaesthesist* 2007; 56: 617-632
27. **Keller C, Brimacombe JR, Keller K, Morris R.** Comparison of four methods for assessing airway sealing pressure with the laryngeal mask airway in adult patients. *Br J Anaesth* 1999; 82: 286-287
28. **Keller C, Brimacombe J.** Mucosal pressure and oropharyngeal leak pressure with the ProSeal *versus* laryngeal mask airway in anaesthetized paralysed patients. *Br J Anaesth* 2000; 85: 262-266
29. **Keller C, Brimacombe J, Kleinsasser A, Loeckinger A.** Does the ProSeal Laryngeal Mask Airway prevent aspiration of regurgitated fluid? *Anesth Analg* 2000; 91: 1017-1020
30. **Keller C, Brimacombe J, Bittersohl J, Lirk P, von Goedecke A.** Aspiration and the laryngeal mask airway: three cases and a review of the literature. *Br J Anaesth* 2004; 93: 579-582
31. **Kihara S, Brimacombe J.** Sex-based ProSeal™ laryngeal mask airway size selection: a randomized crossover study of anesthetized, paralyzed male and female adult patients. *Anesth Analg* 2003; 97: 280-284
32. **Klein U, Pühringer FK.** Mini-Symposium Larynxmaske. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2004; 39: 482-506
33. **Klöss:** Anästhesie, 1. Auflage, Urban und Fischer, 2004
34. **Larsen:** Anästhesie, 7. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Urban & Fischer, 2002; 485-487, 497-503
35. **LMA Deutschland GmbH, Bonn** (<http://www.lma-deutschland.de/>), Stand Dezember 2008
36. **LMA ProSeal™** Anleitungshandbuch: The Laryngeal Mask Company Limited, 2000, 2001

37. **Lopez-Gil M, Brimacombe J, Alvarez M.** Safety and efficacy of the laryngeal mask airway. A prospective study in 1400 children. *Anaesthesia* 1996; 51: 969-972
38. **Lu PP, Brimacombe J, Yang C, Shyr M.** ProSeal versus Classic laryngeal mask airway for positive pressure ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 2002; 88: 824-827
39. **Maltby JR.** The laryngeal mask airway in anaesthesia. *Can J Anaesth* 1994; 41: 888-893
40. **Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert D, Fick GH.** The LMA-ProSeal™ is an effective alternative to tracheal intubation for laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 2002; 49: 857-862
41. **Maltby JR, Beriault MT, Watson NC, Liepert D, Fick GH.** LMA-Classic and LMA-ProSeal are effective alternatives to endotracheal intubation for gynaecological laparoscopy. *Can J Anaesth* 2003; 50: 71-77
42. **Mark DA.** Protection from aspiration with the LMA-ProSeal™ after vomiting: a case report. *Can J Anaesth* 2003; 50: 78-80
43. **O'Connor CJ Jr, Stix MS.** Bubble solution diagnoses ProSeal™ insertion into the glottis. *Anesth Analg* 2002; 94: 1671-1672
44. **Piper SN, Triem JG, Röhm KD, Maleck WH, Schöllhorn TAH, Boldt J.** Ein Vergleich der ProSeal®-Larynxmaske mit der konventionellen endotrachealen Intubation bei Laparoskopien in der Gynäkologie. *Anaesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2004; 39: 132-137
45. **Reber A, Hauenstein L, Echternach M.** Pharyngolaryngeale Beschwerden nach Allgemeinanästhesien. *Anaesthesist* 2007; 56: 177-192
46. **Rieger A, Brunne B.** Ist die Kehlkopfmaske ein minimal invasives Instrument zur Sicherung der Atemwege? *Anaesthesist* 1999; 48: 904-909
47. **Rosenblatt WH.** The use of the LMA-ProSeal™ in airway resuscitation. *Anesth Analg* 2003; 97: 1773-1775
48. **Schälte G, Rex S, Henzler D.** Atemwegsmanagement. *Anaesthesist* 2007; 56: 837-857
49. **Schulte am Esch:** Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie, 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Duale Reihe, 2006; 112-115 + 198

- 50. **Sidas G, Hunter JM.** Is it safe to artificially ventilate a paralysed patient through the laryngeal mask? Br J Anaesth 2001; 86: 749-753
- 51. **Verghese C, Smith TGC, Young E.** Prospective survey of the use of the laryngeal mask airway in 2359 patients. Anaesthesia 1993; 48: 58-60
- 52. **Verghese C, Brimacombe JR.** Survey of laryngeal mask usage in 11910 patients – safety and efficacy for conventional and non-conventional usage. Anesth Analg 1996; 82: 129-133

7. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ASA	American Society of Anaesthesiology
BMI	Body-Mass-Index
CLMA	Classic [®] -Laryngeal Mask Airway (Classic-Kehlkopfmaske)
cm H ₂ O	Zentimeter Wassersäule
ETT	Endotrachealtubus
i.v.	intravenös
LMA	Laryngeal Mask Airway (Kehlkopfmaske)
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
PEEP	Positive endexpiratory pressure
PLMA	ProSeal [®] -Laryngeal Mask Airway (ProSeal-Kehlkopfmaske)
PONV	Postoperative nausea and vomiting (postoperative Übelkeit und Erbrechen)
P _{leak}	Leckagedruck
SPSS	SPSS [®] 12.0G for Windows (verwendete Software zur Datenverarbeitung)
Tab.	Tabelle
TIVA	Totale intravenöse Anästhesie

8. Abbildungs-, Tabellen- und Grafikenverzeichnis

8.1. Abbildungen

Abbildung 1: Obstruktion der Atemwege	6
(http://www.meb.uni-bonn.de/pflege/cpr2002HTML/theorie%20cpr.htm; 08.09.08)	
Abbildung 2: Handgriff nach Esmarch und daraus resultierende anatomische Situation	7
(http://www.meb.uni-bonn.de/pflege/cpr2002HTML/theorie%20cpr.htm; 08.09.08)	
Abbildung 3: Luftdichter Verschluss bei Beatmung mit der Gesichtsmaske	8
(http://www.qub.ac.uk/cskills/Basic%20airway%20Mx/basic_airway_management.htm; 08.09.08)	
Abbildung 4: Laryngoskop und intratracheale Lage des Endotrachealtubus	10
(http://www.apneasupport.org/; 08.09.08)	
Abbildung 5: Laryngoskop (Macintosh-Spatel)	11
(http://www.chromolite3.at/shop/laryngoskop/index.php; 28.10.08)	
Abbildung 6: Classic®-Larynxmaske (CLMA)	13
(http://www.intaventorthofix.com/anaesthesia/LMAMask/LMAMask.html; 28.10.08)	
Abbildung 7: ProSeal®-Larynxmaske (Original und schematische Darstellung)	17
(http://www.jephc.com/full_article.cfm?content_id=138; 08.10.08)	
Abbildung 8: Verwendung der Einführflasche manuell und mit metallener Einführhilfe	20
Abbildung 9: Standard-Platzierungstechnik nach „Brain“	21
Abbildung 10: Platzierung der Larynxmaske mit der Einführhilfe	21
Abbildung 11: Blockung des Cuffs	22
Abbildung 12: Korrekte Platzierung der PLMA in situ	23
(http://www.lma-deutschland.de/index.php?id=41,81,0,0,1,0; 20.10.08)	
Abbildung 13: Mögliche Fehlplatzierungen der PLMA	24
(http://www.lma-deutschland.de/index.php?id=41,44,0,0,1,0; 10.09.08)	
Abbildung 14: 1. Abschnitt des Fragebogens	25
Abbildung 15: 2. Abschnitt des Fragebogens	26

Abbildung 16: 3. Abschnitt des Fragebogens	27
Abbildung 17: Klassifikation nach Mallampati.....	28
(http://www.anest.ufl.edu/at/case1/mallampati.html; 27.10.08)	
Abbildung 18: 4. Abschnitt des Fragebogens	28
Abbildung 19: 5. Abschnitt des Fragebogens	29
Abbildung 20: 6. Abschnitt des Fragebogens	29
Abbildung 21: 7. Abschnitt des Fragebogens	30
Abbildung 22: 8. Abschnitt des Fragebogens	31
Abbildung 23: 9. Abschnitt des Fragebogens	32
Abbildung 24: 10. Abschnitt des Fragebogens	33

8.2. Tabellen

Tabelle 1: Verfügbare Größen und maximale Füllvolumina.....	19
Tabelle 2: ASA-Klassifizierung.....	26
Tabelle 3: Erfolgsrate beim 1. Platzierungsversuch in Abhängigkeit von PLMA- und LMA-Anwendungserfahrung	38
Tabelle 4: Fiberoptische Sicht auf den Larynx (Score nach Brimacombe)	40
Tabelle 5: Gründe für den Wechsel von PLMA zu ETT (n=67)	42
Tabelle 6: PLMA-Fehlplatzierungen in Bezug auf CLMA-Gesamterfahrung.....	43
Tabelle 7: PLMA-Fehlplatzierungen in Bezug auf PLMA-Gesamterfahrung.....	43
Tabelle 8: Art und Schweregrad aufgetretener kritischer Ereignisse (n=250)	71

8.3. Grafiken

Grafik 1: Arten von chirurgischen Disziplinen, in denen die PLMA eingesetzt wurde	33
Grafik 2: ASA-Klassifizierung	34
Grafik 3: Anzahl der Platzierungsversuche.....	36
Grafik 4: Angewandte Beatmungsformen.....	39
Grafik 5: Anzahl der Anwendungen sowie Anzahl der kritischen Ereignisse und Fehlplatzierungen in Bezug auf den Ausbildungsstand des Anwenders	42
Grafik 6: Stattgefundene kritische Ereignisse.....	43
Grafik 7: Postoperative Visite	45

9. Anhang

9.1. Vollständiger Fragebogen

Dataform Prospective Survey of P-LMA/C-LMA Use						RTC June 2005	
Datum: <input type="text"/>		Op: <input type="text"/>		Anästhesie Protokoll Nr: <input type="text"/>			
Patienten Daten:							
Größe	Gewicht	Geschlecht	Alter	ASA-class	Raucher?	Anästhesiedauer:	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Beginn:	Ende:
Airway Information:							
Anzeichen Diff. Airway	Mallampati	Mundöff. normal <input type="checkbox"/>	Zahnstatus normal <input type="checkbox"/>	Thyroment* Distanz normal <input type="checkbox"/>	Tonsillen normal <input type="checkbox"/>	Harter Gaumen normal <input type="checkbox"/>	
Nein <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	< 2,5 cm <input type="checkbox"/>	gefährdet Prothese <input type="checkbox"/>	verkürzt <input type="checkbox"/>	groß <input type="checkbox"/>	hoher gotischer <input type="checkbox"/>	
* Bitte grob; klinischer Eindruck							
Anwender Information:							
Personal Nr*	Erfahrung	LMA-Erfahrung**	ProSeal-Erfahrung**	** Wichtig !!			
<input type="text"/>	Ass Arzt 1/2. J <input type="checkbox"/>	>= 100 <input type="checkbox"/>	>= 10 <input type="checkbox"/>	Bei Kindern bez. auf die Kindererfahrung			
	Ass Arzt 3-5. J <input type="checkbox"/>	>= 500 <input type="checkbox"/>	>= 50 <input type="checkbox"/>				
	Facharzt <input type="checkbox"/>	>= 1000 <input type="checkbox"/>	>= 100 <input type="checkbox"/>				
*Dient lediglich der Erfassung der Anzahl verschiedener Anästhesisten/innen!							
LMA Einsatz:							
geplant <input type="checkbox"/>	ungeplant* <input type="checkbox"/>	Schwierige Intubation <input type="checkbox"/>	Schwierige Maskenbeatmung <input type="checkbox"/>	Inadäquate Regionalanästhesie <input type="checkbox"/>	Stand-by unmöglich <input type="checkbox"/>		
*Bitte, Grund für ungeplanten Einsatz auswählen!							
LMA Information:							
Maskentyp	Größe	Cuff zur Platz.	Platzierung	Platz.-Versuche	Magensonde	Wechsel zu ETT?	
ProSeal <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	vollständig <input type="checkbox"/>	Standard*- <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Ja <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>	
Classic <input type="checkbox"/>		partiell <input type="checkbox"/>	Alternativ-Technik <input type="checkbox"/>		Nein <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	
*nach Brain: mit dem Zeigefinger am Gaumen entlang in den Hypopharynx							
Anästhesieeinleitung:							
Induktionstechnik	Narkosetiefe	Verschluss-Druck	Cuff-Druck 60 cm H ₂ O	Fiberoptischer Score			
I.V. <input type="checkbox"/>	OK <input type="checkbox"/>	** <input type="text"/>	Ja <input type="checkbox"/>	*** <input type="text"/>			
Inhalation <input type="checkbox"/>	zu flach* <input type="checkbox"/>		Nicht gemessen <input type="checkbox"/>				
* ? Platzierung schwierig? z.B. Extremitätenbewegungen, oder Nachinjektion nötig *** optional: 1=nur Epiglottis ** Verschluss des Expirationsventils bei 3l/min Frischgasfluss, Limit=40cm H ₂ O 2=Glottis+ant. Epiglottis 3=Glottis+post. Epiglottis 4=freier Blick auf Glottis							
Intraoperativer Verlauf:							
Narkoseverfahren	Spontanatmung	Kontrollierte Beatmung	PEEP	Konst. Leckage?			
TIVA <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>	Vol.-kontrol <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>			
balanciert <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	Druck-kontrol. <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>			
Relaxantien Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>						
Kritische Ereignisse: Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Einleitung <input type="radio"/> Intra Op <input type="radio"/> Ausleitung <input type="radio"/>							
Bitte ankreuzen! Für Details bitte Rückseite verwenden!							
gering bedeutend schwerwiegend gering bedeutend schwerwiegend							
Trauma				Regurgitation			
Obstruktion				Aspiration			
Stridor							
Giemen				Hypoxämia SpO ₂ <95 <90 <85			
Bronchospasmus				Hypercapnie CO ₂ >50 >60 >70			
Laryngospasmus				Andere:			
Nach eigenem Ermessen; z.B. Trauma: gering: Maske blutig, bedeutend: Lippe verletzt, schwerwiegend: Zahnverlust							
Post-op Visite: Nein <input type="radio"/> Ja: o.B. <input type="radio"/> Halsweh <input type="radio"/> Heiserkeit <input type="radio"/> PONV <input type="radio"/> Andere <input type="radio"/>							
Airway Management Research and Training Centre Philipps University Marburg							

9.2. Tabelle 8: Art und Schweregrad aufgetretener kritischer Ereignisse (n=250)

	Gering	Bedeutend	Schwerwiegend	Gesamt
Trauma¹	70 (28%)	7 (3%)	1 (0.4%)	78 (31%)
Atemwegsobstruktion²	37 (15%)	27 (11%)	6 (2%)	70 (28%)
Hypoxämie³	26 (10%)	3 (1%)	2 (0.8%)	31 (12%)
Laryngospasmus⁴	14 (6%)	7 (3%)	1 (0.4%)	22 (9%)
Regurgitation⁵	6 (2%)	5 (2%)	1 (0.4%)	12 (5%)
Hyperkapnie⁶	4 (2%)	--	--	4 (2%)
Andere⁷	23 (9%)	9 (4%)	1 (0.4%)	33 (13%)
Gesamt	180 (72%)	58 (23%)	12 (5%)	250 (100%)

¹ Trauma: gering= kleine Laceration der Lippe oder geringe Blutmenge auf dem Cuff der PLMA bei Extubation, vorübergehende Neuropraxie der Zunge (<24h); bedeutend= PLMA bei Extubation komplett mit Blut bedeckt, vorübergehende Neuropraxie der Zunge (>24h); schwerwiegend= Verlust eines wackelnden Zahns

² Atemwegsobstruktion: gering= Anstieg des Verschlussdruckes/Reduktion des Tidalvolumens und beidseitige Stenoseatmung (kein Bronchospasmus); bedeutend= zusätzlich Einsatz von Medikamenten nötig, teilweise Kompression des Kehlkopfeingangs durch den PLMA-Cuff; schwerwiegend= intensive medikamentöse Intervention nötig, komplette Kompression des Kehlkopfeingangs durch PLMA-Cuff

³ Hypoxämie: gering= SpO₂ <95%, bedeutend= SpO₂<90%, schwerwiegend= SpO₂<85%

⁴ Laryngospasmus: gering= plötzliche Reduktion des Tidalvolumens auf bis zu 50% mit Notwendigkeit einer pharmakologischen Intervention (außer Muskelrelaxantien); bedeutend= zusätzliche Notwendigkeit von Muskelrelaxantien; schwerwiegend= kompletter Verschluss der Stimmbänder, angezeigt durch unmögliche Ventilation

⁵ Regurgitation: gering= Magensaft erscheint am proximalen Ende des Drainagetubus; bedeutend= geringe Menge Magensaft (<10ml) durch Drainagetubus drainiert; schwerwiegend= große Menge Magensaft (>10ml) durch Drainagetubus drainiert, Beschmutzen von Gesicht und Mundhöhle

⁶ Hyperkapnie: gering= end-tidales CO₂>50mmHg; bedeutend= end-tidales CO₂>60mmHg; schwerwiegend= end-tidales CO₂>70mmHg

⁷ Andere: Singultus, Extremitätenbewegungen, Husten, Zubeißen während Maskenplatzierung/-extubation, Leckage (Beatmung notwendig), Austausch des Instrumentes wegen Fehlfunktion (z.B. defekter Cuff)

10. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren Damen/Herren in Marburg:

Adamkiewicz, Arnold, Aumüller, Basler, Barth, Bartsch, Baum, Baumann, Becker, Bien, Boudriot, Cetin, Christiansen, Dünne, Eilers, Ellenrieder, Feuser, Gerdes, Görg, Gotzen, Gress, Hofbauer, Hofmann, Hoyer, Jungclas, Kann, Keller, Kill, Klose, Köhler, Kolb-Niemann, Kretschmer, Kuhlmann, Lill, Lohoff, Löffler, Maier, Maisch, Moll, Moosdorf, Mueller, Mutters, Neubauer, Oertel, Renz, Richter, Rothmund, Schrader, Schäfer, Schmidt, Schüffel, Seitz, Sesterhenn, Steiniger, Stiletto, Vogelmeier, Vohland, Voigt, Wagner, Waldegger, Weihe, Werner, Westermann, Wulf.

11. Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei allen, die an der Entstehung dieser Arbeit beteiligt waren.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater PD. Dr. med. Kai Goldmann für die Bereitstellung des Themas und die Ermöglichung der Durchführung dieser Studie am Universitätsklinikum Marburg. Ich danke ihm vor allem für die Unterstützung bei der 18-monatigen Datenerhebung und anschließenden Datenauswertung. Außerdem für die kontinuierliche Betreuung und nicht nachlassende Motivation in den letzten Jahren, selbst noch vom Ausland aus.

Danken möchte ich ebenfalls dem Korreferenten für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Allen Anästhesisten und Anästhesistinnen sowie dem gesamten Pflegepersonal danke ich für die Dokumentation der Daten und die Hilfe bei der Vervollständigung der Fragebögen.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei allen Patienten und Patientinnen, die zum Teil auch noch nach Entlassung aus dem Krankenhaus für Informationen zur Verfügung standen.

Vor allem aber danke ich meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere meinen Eltern, Gerd und Regina Hechtfischer, für die Unterstützung während meines gesamten Studiums und während der Verfassung dieser Dissertation. Ohne sie wäre das alles nicht möglich gewesen.

Mein herzlicher Dank gilt auch allen Korrekturlesern für ihre konstruktiven Vorschläge und Verbesserungen: Regina Hechtfischer, Stefanie Schmidt Daniela Beck, Dimitri Koulousakis und Julia Bayreuther.

Simon Steib und Philip Horn danke ich für die Unterstützung bei der Formatierung dieser Arbeit.